AÑO 2020 VOL. 70

INIA
INSTITUTO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES
AGRÍCOLAS

AGRONOMÍA TROPICAL

Depósito Legal: AR2017000075 ISSN 2542-3363

www.inia.gob.ve

ISSN versión digital: 2542-3363
Depósito Legal: AR2017000075
ISSN versión impresa:0002-192X
Depósito Legal: pp 195102AR73
agronomia.tropical.inia@gmail.com
+58 243-2404766

Agronomia Tropical publica trabajos en las siguientes áreas temáticas: recursos fitogenéticos, fitomejoramiento, protección vegetal, bioecología, botánica, edafología, fertilidad de suelos, nutrición, recursos naturales, ambiente, agroecología, biotecnología agrícola vegetal, tecnología de alimentos, ingeniería agrícola, postcosecha, agroindustria, cadenas agroalimentarias, sistemas de producción agrícola vegetal, economía agrícola, desarrollo rural, agroforestería, investigaciones básicas y aplicadas en agroecosistemas de cultivos y demás temas afines al desarrollo agrícola.
Agronomía Tropical se publica en volumen continuo a partir del año 2020.

Comité Editorial

Ligia Carolina Rosales	Editora Jefe
Oralys León-Brito	Editor Asistente

Editores Asociados

Ezequiel Rangel	INIA - Venezuela
Ramón Silva-Acuña	INIA - Venezuela
Rafael Montilla	INIA - Venezuela
Renny Barrios	INIA - Venezuela
Edgloris Marys	IVIC - Venezuela
Eduardo Delgado	INIA -Venezuela. UNELLEZ

Gestión WEB

Oscar De La Rosa	INIA - Venezuela
Carlos Landaeta	INIA - Venezuela

Consejo Científico Asesor

Ada Maureen Medina	UCV - Venezuela
Ana María Casassa	LUZ - Venezuela
Barlin Olivares	UCO - España
Belkis Peteira	CENSA - Cuba
Carlos Hidalgo	INIA - Venezuela
Hipólito Pérez Iglesias	UTM - Ecuador
Iselen Trujillo	UNESR - Venezuela
Julia Elena Sanoja	UPEL - Venezuela
Julia Gilabert de Brito	INIA - Venezuela
María Elena Sanabria	UCLA - Venezuela
Samuel Córdova Sánchez	UPCh - México

INDIZACIÓN

IICA - CIDIA (Costa Rica)
Royal Tropic Institute (Holanda)
AGRIS (FAO, Roma)
LATINDEX (México)
Índice de Revistas (México)
REVENCYT (Venezuela)
Base de Datos REVIS (CATIE, Costa Rica)
Base de Datos RISPAL (CATIE, Costa Rica)
Base Agrícola Venezolana (INIA, Venezuela
Scielo (Venezuela)
HINARI (FAO, Italia)

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

Giomar Blanco	Presidente
Deisy Carvajal	Gerente General
Nohelia Rodríguez	Gerente de Investigación
Betzy Camacho	Gerente de Producción Social
Nicolas García	Gerente de Participación y Desarrollo Comunitario

Diseño Portada
Carlos Ramos Gómez

Editada por la Gerencia de Investigación
Área de Gestión de la Información
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Venezuela

Agronomía Tropical / Vol. 70 / Año 2020/ ISSN 2542-3363

Agronomía Tropical

**Revista científica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas,
Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras
Maracay, Venezuela**

http://publicaciones.inia.gob.ve/index.php/agronomiatropical

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

EDITORIAL

El año 2020 reúne dos eventos de relevancia, como son el 70° Aniversario de nuestra revista Agronomía Tropical y la celebración del Año Internacional de la Sanidad Vegetal. Son dos acontecimientos de importancia para la agricultura nacional.

Es propicia la ocasión, para destacar la relevancia que desde sus inicios tuvo para al área agrícola la publicación de Agronomía Tropical. A lo largo de sus setenta años, permitió a innumerables investigadores, de diversas especialidades y nacionalidades, presentar sus contribuciones relacionadas a los avances e innovaciones generados en el sector agrario.

Fue fundada en abril de 1951 por un grupo de investigadores liderados por Luis H. Medina. Ellos vislumbraron la posibilidad de disponer de un medio para dar a conocer los trabajos de investigación realizados en el país por el Instituto Nacional de Agricultura (INA). Aunque la institución cambió en tres oportunidades su denominación, y desde el 2000 es denominada Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), la misión de la revista permaneció inalterable. Se mantuvo fiel a su propósito original de ser la encargada de difundir conocimientos científico generados en el área agrícola.

A través de siete décadas acompañando los cambios propios de cada época, la revista ha mantenido su calidad editorial. Se publicó en su versión impresa por 66 años. A partir del año 2017, se hizo el cambio a la versión digital y en 2019, se adoptó la modalidad de volumen único; la dinámica del mundo editorial de las revistas científicas y la celeridad con que se pretende que el conocimiento esté a disposición de la sociedad, nos ha llevado a implementar otros cambios. A partir de este año 2020, además de retomar una herramienta de gestión editorial en línea, el Open Journal System, se decide implementar el volumen continuo. Esto permite que los artículos sean publicados de manera individual, una vez finalicen su proceso editorial, sin esperar por los demás artículos que componen en volumen. Estos cambios, favorecerán de manera inmediata a los autores, quienes tendrán sus productos disponibles en un corto plazo. Esperamos que el relanzamiento de Agronomía Tropical sea el inicio de una nueva etapa, que continúe consolidando su presencia en el área agrícola, como una de las revistas venezolanas de mayor trayectoria en el país.

El otro tema de importancia a destacar, es la celebración que nace de una decisión tomada en 2018 por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) donde proclaman el año 2020, como el Año Internacional de la Sanidad Vegetal. Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, emitió una serie de directrices para orientar esta celebración. Entre ellas resaltó la invitación a difundir información sobre temas relativos a la sanidad vegetal. En ese sentido, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), a través su revista Agronomía Tropical, se une a esta celebración enfatizando los contenidos del volumen 70, en temas relacionados a la sanidad vegetal.

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

EDITORIAL

Es así como este Volumen, además de varios artículos relativos a la agricultura, presenta artículos especiales, que brindan a los lectores una valiosa información, sobre aspectos históricos de la sanidad vegetal de Venezuela, hasta llegar a la situación fitosanitaria actual en el país. Además, se incluyen contenidos actuales sobre la problemática de la marchitez causada por Fusarium en bananos y sobre la presencia del dragón amarillo o Huanglongbing, enfermedad que afecta seriamente los cítricos en Venezuela. Estos temas principales, se complementan con información de interés relacionada a plagas y enfermedades que afectan cacao, arroz, papa, café, frutales y ornamentales.

Adicionalmente, en el marco de esta celebración internacional, es propicia la ocasión para rendir un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Se presentan las semblanzas de siete reconocidos profesionales del agro cuyo desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Todos ellos, con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*"

Ligia Carolina Rosales A.

Influencia del sistema ecológico, pecuario y agroforestal sobre propiedades físicas, químicas y biológicas de un Oxisol en La Ceiba, Honduras

Noé Humberto Paiz Gutiérrez[1], Breno Augusto Sosa Rodrígues[2*], Yuly Samanta García Vivas[2], Marden Daniel Espinoza Guardiola[2], Jesús Alexis Rodríguez Matute[2]

[1]Chiquita Guatemala. Izabal, Guatemala. [2]Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico, Departamento de Suelos. Atlántida, Honduras. *Correo electrónico: breno.sosa@unah.edu.hn

RESUMEN

La medición de indicadores de la calidad es fundamental para conservar o incrementar la fertilidad del suelo. El objetivo fue evaluar el efecto del sistema ecológico, pecuario y agroforestal sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de un Oxisol, en Honduras. Se estableció un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x4, el primer factor consistió en tres sistemas: agroforestal, bosque natural y pasturas; el segundo factor fue cuatro profundidades: 0 - 0,15; 0,15 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 0,7 m; las variables evaluadas en el suelo fueron: granulometría, densidad aparente, porosidad, pH, aluminio intercambiable, nutrientes (Ca, Mg, K, Na, P, Zn, Fe, Cu, B, S), materia orgánica (MO), carbono orgánico total (COT), número de lombrices y diversidad de hongos. Los indicadores físicos fueron más fluctuantes entre las profundidades que entre los sistemas, a medida que aumentaba la profundidad también lo hacía la densidad aparente, disminuyendo de forma consecuente la porosidad. Comportamiento similar tuvieron los contenidos de MO y COT, los cuales redujeron de forma significativa a mayor profundidad y siendo similar en cada sistema. Las altas concentraciones de Al, Mn y Fe modularon la expresión ácida del suelo, donde el pH varió de 4,6 a 5,3 en los sistemas y afectó la disponibilidad de nutrientes, siendo precaria para las bases intercambiables, P, Cu, B y Zn. Las condiciones biológicas en el sistema agroforestal fueron mejores por mayor diversidad de hongos y abundancia de lombrices. El diagnóstico vislumbra que las condiciones químicas del suelo requieren aplicar enmiendas calcáreas para mejorar la productividad de los sistemas.

Palabras clave: fertilidad del suelo, agroecología, conservación del suelo, indicadores de suelos.

Influence of ecological, livestock and agroforestry system on physical, chemical and biological properties of an Oxisol in La Ceiba, Honduras

ABSTRACT

The measurement of quality indicators is essential to conserve or increase soil fertility. The objective was to evaluate the effect of the ecological, livestock and agroforestry system on the physical, chemical and biological properties of an Oxisol in Honduras. A completely randomized design was established with a 3x4 factorial arrangement, the first factor consisted of three systems: agroforestry, natural forest and pastures, the second factor was four depths: 0 - 0.15; 0.15 - 0.3; 0.3 - 0.5; 0.5 - 0.7 m; the variables evaluated in the soil were granulometry, apparent density, porosity, pH, exchangeable aluminum, nutrients (Ca, Mg, K, Na, P, Zn, Fe, Cu, B, S), organic matter (OM), organic carbon total (TOC), number of worms and diversity of fungi. The physical indicators were more fluctuating between the depths than between the systems, as the depth increased, so did the apparent density, consequently decreasing the porosity. The OM and TOC contents had similar behavior, which decreased significantly at greater depth and were similar in each system. The high concentrations of Al, Mn and Fe modulated the acid expression of the soil, where the pH varied from 4.6 to 5.3 in the systems and affected the availability of nutrients, being precarious for the exchangeable bases, P, Cu, B and Zn. The biological conditions in the agroforestry system were better due to greater diversity of fungi and abundance of earthworms. The diagnosis envisions that the chemical conditions of the soil require applying calcareous amendments to improve the productivity of the systems.

Key words: soil fertility, agroecology, soil conservation, soil indicators.

Recibido: 18/05/2020 - Aprobado:30/09/2020

INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los recursos más importantes para la generación de alimentos en el planeta, es base fundamental de los sistemas agropecuarios y forestales (Martín y Adad 2006). Su formación implica cambios físicos, químicos y biológicos de la roca madre, proceso que implica la interacción con agentes bióticos (plantas, macro y microorganismos) y abióticos (dióxido de carbono, oxigeno, agua y nutrientes) durante un tiempo permitiendo el origen de un medio capaz de soportar la vida de las plantas (Porta *et al*. 2003, Budhu 2007).

La degradación de los suelos ha sido una constante en los diversos sistemas de producción, reflejados en procesos irreversibles de acidificación, erosión (Gómez *et al*. 2018), compactación, pérdida de materia orgánica y deforestación, lo que conlleva pérdidas de la calidad del suelo y capacidad de brindar seguridad alimentaria a la población (Verhulst *et al*. 2015).

El productor adolece de conocimientos para la selección del uso y consecuente manejo del suelo a través de sus propiedades; resulta un desafío realizar un diagnóstico de la calidad de éste recurso a través de sus indicadores físicos (granulometría, densidad aparente, profundidad, infiltración), químicos (materia orgánica, pH, metales pesados, nutrientes disponibles,) y biológicos (número lombrices, respiración edáfica, biomasa microbiana y rendimiento de cultivos), desarrollando un sistema basado en la sostenibilidad y optimización de los recursos (García *et al.* 2012).

Los sistemas agroforestales cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua y el viento (Kuno *et al.* 2018); también modifican la estructura del suelo (por la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementan los niveles de materia orgánica), y favorecen el incremento de la capacidad de intercambio catiónico y disponibilidad de nutrientes (Colín *et al.* 2018, Da Silva *et al*. 2018).

El porcentaje de suelo que utiliza la ganadería es significativo en América Latina y El Caribe, los sistemas en el trópico se basan en el uso de Poaceaes (gramíneas) forrajeras en monocultivos con bajo valor nutritivo (Cuartas *et al.* 2013). El proceso genera efectos negativos hacia el suelo y ambiente (Pérez 2008) como el deterioro de la biodiversidad mediante la deforestación, aumento, compactación y consecuente erosión hídrica y aumento de temperatura ambiental por la emisión de gases de efecto invernadero (Soriano *et al*. 2018). Lo invaluable del rubro radica en su contribución a la seguridad alimentaria y social a través de la generación de empleo, ingresos, carne, leche y sus derivados (FAO 2014).

Honduras cuenta con 11,25 millones de hectáreas en todo su territorio, de las cuales, 30,19 % son de vocación agropecuario (3,4 millones ha), 48 % forestal (5,4 millones ha) y 2,16 % agroforestal (0,24 millones ha) (REDD/CCAD-GIZ 2014). Los agroecosistemas se caracterizan por una producción cada vez más intensiva, baja capacitación y seguimiento a productores, uso indiscriminado de agroquímicos y de prácticas culturales. Esto propicia la erosión y pérdida de fertilidad, tornando el sistema menos atractivo con una relación beneficio-costo baja y con rasgos acelerados de degradación en el ambiente. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del sistema agroforestal, ecológico y pecuario sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas a diferentes profundidades de un Oxisol en el norte del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área experimental

La presente investigación se realizó entre los meses de julio a diciembre del 2019 en un Oxisol (Soil Taxonomy 2014) del Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA), ubicado en el municipio La Ceiba, departamento Atlántida, Honduras. A los 15º44'19.798"N; 86º51'6.523"O, altitud de 9 m.s.n.m., con temperatura promedio de 29,5 ºC, humedad relativa de 95 % y precipitación pluvial media anual de 2.525 mm, variables climáticas que se registran cada año en la estación meteorológica de la institución.

Descripción del ensayo experimental

Las unidades experimentales fueron parcelas en condiciones de campo con dimensiones de 2.500 m^2 (50 x 50 m). En dichas áreas se estableció la investigación con diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x4 con tres repeticiones, donde

los tratamientos consistieron en la combinación del primer factor, sistema ecológico, pecuario y agroforestal, por el segundo factor, profundidad de muestreo: 0 - 0,15; 0,15 - 0,3; 0,3 - 0,5; 0,5 - 0,7 m.

El sistema ecológico fue un bosque latifoliado con presencia predominante de San Juan (*Vochysia guatemalensis*) bajo manejo forestal; el sistema pecuario fue un pasto suazi (*Digitaria swazilandensis*) manejado con cortes mensuales y fertilizaciones anuales vía orgánica (estiércol de ganado) y sintética (Fastrac Urea); el agroforestal es un asocio de madreado (*Gliricidia sepium*) con granos básicos u hortalizas desde el 2011.

En cada sistema de forma general se realizaron tres calicatas con dimensiones de un metro de profundidad, uno de ancho por uno de largo, donde se tomaron las muestras compuestas en las cuatro profundidades para medir la mayoría de variables físicas (granulometría, densidad aparente y porosidad), químicas (pH, aluminio intercambiable y nutrientes (Ca, Mg, K, Na, P, Zn, Fe, Cu, B, S), materia orgánica y carbono orgánico total) y biológicas (número lombrices y diversidad de hongos).

Existieron algunas excepciones en los muestreos, para los macro y micronutrientes se evaluaron hasta los 0,5 m (primeras tres profundidades); para la diversidad de hongos, se tomaron 10 submuestras a 0,15 m de profundidad en áreas cercanas a las calicatas por sistema; para el conteo de lombrices se realizaron seis conteos incluidas las tres calicatas, en una dimensión de un metro cuadrado a una profundidad de 0,15 m.

Las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo se determinaron con las metodologías usadas en el Western Hemisphere Analytical Laboratory (WHAL) de la empresa Standard Fruit de Honduras S.A. y en el laboratorio de Suelos del CURLA (Cuadro 1).

Cuadro 1. Métodos utilizados para la caracterización física y química del suelo.

Determinaciones	Unidad	Métodos	Referencia
Granulometría	-	Pipeta	Bouyoucos 1962
Densidad aparente	($g.cm^{-3}$)	Cilindro biselado	
Densidad real		Referencia suelo mineral (2,65)	Jaramillo 2002
Porosidad	%	Fórmula matemática	
pH en agua (1:5)	-	Potenciométrico	Jones 1999
Al		Extracción con KCl	Alley y Zelazny 1987
K			
Ca	$cMol_{(+)}.kg^{-1}$		
Mg			
Na			
P			
S		Detección de plasma Mehlich-3	Jones 1999
B			
Fe	$mg.kg^{-1}$		
Mn			
Cu			
Zn			
COT	%	Walkley-Black	Walkley y Black 1934
MO	%	Factor Van Benmelen	Jackson 1956
Número lombrices	m^2	Conteo manual	USDA 1999
Hongos	Género	Aislamiento	Mueller *et al*. 2011

Para la identificación de hongos se siguió la metodología de Mueller *et al*. (2011), se tomaron 10 submuestras en áreas cercanas a las calicatas por cada sistema; luego el mismo día con la muestra compuesta fresca se sembró en el medio de cultivo de papa agar dextrosa (PDA). El método consistió en pesar 0,2 g de suelo y distribuirlo en la caja Petri con un estilete o asa microbiológica, el cual en cada inoculación se desinfectaba el alcohol etílico al 95 % y luego pasado por el mechero. Las inoculaciones se hicieron por triplicado, todo el proceso de inoculación se realizó en la cámara de flujo laminar, se sellaron las cajas con papel plástico wrap y se dispusieron en una incubadora de convección gravedad 2 EG a 28° C y 12 horas de fotoperiodo.

A las 48 horas de la inoculación se observó un crecimiento de micelio en todas las cajas, y se aislaron todas las colonias por separado para su posterior identificación. A las 96 horas se comenzó la identificación hasta nivel de género utilizando microscopio óptico Motic BA200 y claves taxonómicas.

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza (P<0,05) y prueba de medias de Tukey (P<0,05), con el uso del software Minitab 17 (Arend 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción física del suelo

En el caso de las propiedades físicas analizadas, el análisis de varianza detectó diferencias significativas para los sistemas y las profundidades evaluadas, pero no para la interacción entre ellos. Para la granulometría de los suelos, solo se encontraron diferencias estadísticas entre los sistemas; los porcentajes de arcillas (Ar) fueron mayores en el ecológico (35,45 %) y disminuyendo en la pastura (30,3 %) y agroforestal (28,5 %); mientras que el limo también fue superior en bosque natural (30,67 %) con disminuciones leves en agroforestal y pasturas. Por otra parte, la arena (A) se acumuló más en el sistema pecuario (45,7 %) y agroforestal (45,33 %), posiblemente por un evento climático, típico de suelos aluviales que imperan en la región con elevadas precipitaciones (Cuadro 2).

La distribución granulométrica encontrada en los sistemas permite buena laborabilidad de los suelos, propiedad intrínseca con la permeabilidad, capacidad retención de agua, densidad aparente (Gabriels y Lobo 2011), además, es tomado en cuenta en el uso diario de sistemas de riego en los agroecosistemas.

Cuadro 2. Densidad aparente, porosidad total y clase textural del suelo a diferentes profundidades en un Oxisol bajo sistema ecológico, pecuario y agroforestal en La Ceiba, Honduras.

Sistema	Profundidad (m)	Densidad aparente (g.cm^3)	Porosidad (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Clase Textural
Ecológico (Bosque)	0 - 0,15	1,09 b	58,8 a	32,16 a	32,9 a	34,8 b	Franco-Arcilloso
	0,15 - 0,30	1,21 a	54,5 b	36,24 a	25,0 a	38,7 b	Franco-Arcilloso
	0,30 - 0,50	1,30 a	50,9 b	34,90 a	32,2 a	32,9 b	Franco-Arcilloso
	0,50-0,70	1,33 a	50,0 b	38,46 a	32,5 a	29,0 b	Franco-Arcilloso
Pecuario (Pastura)	0 - 0,15	1,18 b	55,3 a	34,12 b	22,9 b	42,9 a	Franco-Arcilloso
	0,15 - 0,30	1,24 a	53,1 b	30,88 b	22,9 b	46,1 a	Franco-Arcilloso
	0,30 - 0,50	1,25 a	52,8 b	29,00 b	24,3 b	46,7 a	Franco-Arcillo-Limoso
	0,50 - 0,70	1,23 a	53,4 b	27,12 b	25,5 b	47,3 a	Franco-Arcillo-Limoso
Agroforestal	0 - 0,15	1,05 b	60,4 a	28,95 b	24,0 ab	47,1 a	Franco-Arcillo-Limoso
	0,15 - 0,30	1,19 a	55,2 b	28,95 b	25,0 ab	46,1 a	Franco-Arcillo-Limoso
	0,30 - 0,50	1,17 a	55,7 b	29,07 b	26,6 ab	44,4 a	Franco-Arcilloso
	0,50 - 0,70	1,31 a	50,4 b	26,95 b	29,3 ab	43,8 a	Franco-Arcilloso

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey (P<0,05).

Para la densidad aparente y porosidad total del suelo no existió diferencias estadísticas (P<0,05) entre los sistemas, pero sí se detectaron entre las profundidades. La densidad tuvo un comportamiento proporcional, a medida que aumentaba la profundidad aumentaba los valores de esta variable, el menor valor fue a los 0,15 m con 1,1 g.cm^3 y el mayor con 1,29 g.cm^3 a los 0,5 m. La porosidad, siendo reflejo de la densidad aparente, se registró mayor en la superficie (0 - 0,15 m) con un 58,2 %, disminuyendo de forma gradual a través del perfil para alcanzar un 51 % en último estrato subterráneo.

En cada sistema se observó la tendencia de la densidad aparente que fue mayor a medida que aumentó la profundidad de muestreo, esta propiedad es difícil de modificar y sus valores disminuyen lentamente en los agroecosistemas (López *et al.* 2018). Se considera como un indicador que tiene que ser monitoreado para diagnosticar la calidad de los suelos (García *et al.* 2012). En ese sentido, los resultados expuestos no exceden el umbral crítico de 1,3 - 1,4 g.cm^3 en función de texturas franco arcillosas (Alvarado y Forsythe 2005).

Descripción química del suelo

Las variables MO y COT difieren estadísticamente para en el factor profundidad, mientras que en el sistema y la interacción de factores el ANOVA no se detectaron diferencias. Tuvieron una tendencia similar en las calicatas realizadas en los sistemas, siendo la primera capa (0 - 0,15 m) de suelo el lugar de mayor concentración en promedio de MO (2,9 %) y COT (1,74 %). A partir de esa capa, las cantidades fueron disminuyendo a valores de 0,31 y 0,14 %, respectivamente, en el rango 0,50 – 0,70 m (Cuadro 3).

Los resultados fueron similares a Calderón *et al.* (2018), quienes encontraron en sistemas agroforestales y pasturas mayores concentraciones de MO (3,3 a 4,5 %) en la superficie (0 - 0,10 m), y a medida se muestrea más profundo (0,1 - 0,4 m) las cantidades disminuían (3,0 a 3,2 %). La agricultura ha generado disminución del COT, reduciendo la capacidad productiva y afectando la sustentabilidad del sistema de producción (Sainz *et al*. 2011). Por eso, la necesidad de restaurar y conservar sistemas que promuevan la rentabilidad y sostenibilidad ambiental, con sus connotaciones positivas en el aspecto socioeconómico para el productor.

Cuadro 3. Contenido de materia orgánica y carbono orgánico total a diferentes profundidades en un Oxisol bajo sistema ecológico, pecuario y agroforestal en La Ceiba, Honduras.

Sistema	Profundidad (m)	Materia orgánica (%)	Carbono orgánico total (%)
Ecológico	0 - 0,15	3,10 a	1,80 a
	0,15 - 0,30	1,16 b	0,67 b
	0,30 - 0,50	0,52 bc	0,30 c
	0,50-0,70	0,22 c	0,13 c
Pecuario	0 - 0,15	2,52 a	1,46 a
	0,15 - 0,30	1,17 b	0,68 b
	0,30 - 0,50	0,53 bc	0,31 c
	0,50 - 0,70	0,34 c	0,20 c
Agroforestal	0 - 0,15	3,41 a	1,98 a
	0,15 - 0,30	1,81 b	1,05 b
	0,30 - 0,50	0,66 bc	0,38 c
	0,50 - 0,70	0,17 c	0,10 c

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey (P<0,05).

El pH y Al^{3+} variaron significativamente en todas las fuentes de variación, detectándose, además, interacción significativa para sistemas por profundidades. El pH fue mayor en la pastura (5,3) en comparación con el bosque (5,0) y el sistema agroforestal (4,6); en cada uno de ellos, la primera capa del suelo (0 - 0,15 m) registró mayor pH (5,24) mientras que en resto del perfil los valores disminuyeron en un rango de 4,89 a 4,91, pero sin diferir estadísticamente. La concentración de aluminio intercambiable fue menor en el sistema pecuario (0,74), aumentando en el agroforestal (1,7) y bosque (2,4). Además, observando que en el factor profundidad, los valores de Al^{3+} aumentaban a mayor profundidad, reflejados con 0,6 (0 - 0,15 m); 1,39 (0,15 - 0,30 m); 2,11 (0,30 - 0,50 m) y 2,37 (0,50 - 0,70 m) $cMol_{(+)}.kg^{-1}$ (Cuadro 4).

En el litoral caribe, área de influencia de esta investigación, se establecen pasturas, palma aceitera, rambután y bosques primarios, entre otros, además, la presencia de Nitisols (Gardi *et al*. 2014) es habitual, caracterizados por la fuerte presencia de óxidos de hierro y aluminio intercambiable, lo permite identificar qué cultivos toleran la acidez intercambiable,

Cuadro 4. pH y aluminio intercambiable del suelo a diferentes profundidades en un Oxisol bajo sistema ecológico, pecuario y agroforestal en La Ceiba, Honduras.

Sistema	Profundidad (m)	pH	Aluminio ($cMol_{(+)}$. kg^{-1})
Ecológico (Bosque)	0 - 0,15	5,82 a	0,008 c
	0,15 - 0,30	4,81 cd	1,583 bc
	0,30 - 0,50	4,64 d	3,583 ab
	0,50 - 0,70	4,6 d	4,367 a
Pecuario (Pastura)	0 - 0,15	5,3 bc	0.400 c
	0,15 - 0,30	5,31 bc	0.867 c
	0,30 - 0,50	5,5 ab	0.967 c
	0,50 - 0,70	5,46 ab	0.733 c
Agroforestal	0 - 0,15	4,59 d	1,417 bc
	0,15 - 0,30	4,57 d	1,583 bc
	0,30 - 0,50	4,59 d	1,783 bc
	0,50 - 0,70	4,64 d	2,017 bc

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey (P<0,05).

debido a que suelos con niveles superiores a 2 $cMol_{(+)}$. kg^{-1} (Castro y Gómez 2010) o 2 - 3 mg.kg-1 (Balsberg 1990) son limitantes para muchos cultivos.

Estas condiciones ácidas pueden ser resultado de la mineralización de materiales parentales con bajo contenido de cationes (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} y Na^{+}), por elevadas precipitaciones ocasionando la lixiviación de bases, la aplicación de fertilizantes nitrogenados o de la lluvia ácida (Fassbender y Bornemiza 1994, Arcos y Narro 2009, Ji *et al*. 2014).

La dinámica para Ca, Cu, B y Fe varió significativamente en la interacción sistema por profundidad; mientras que la disponibilidad de Na, P, Mg y Zn fluctuaron en el factor profundidad y sistema, Mn y S variaron solamente para sistema y K en profundidad. La mayor concentración de las bases intercambiables, P y S se localizaron en la primera capa del suelo (0 - 0,15 m), acumulándose más Mg, Na y Ca en el bosque; S, P en el agroforestal y los valores del K fueron similares en los tres sistemas (Cuadro 5).

La mayor concentración de algunos micronutrientes (Zn, Cu, B) también se ubicó en la superficie, con excepción del Fe y Mn, que sus mayores valores intercalaron entre la superficie o el subsuelo (0,15 - 0,3 m), dependiendo del sistema analizado. Además, en el sistema pecuario se registraron los niveles más elevados de los micronutrientes, salvo el B, que fue en el bosque. Es posible que las enmiendas orgánicas depositadas en las pasturas de forma recurrente tuvieron un efecto residual durante la mineralización.

Cuadro 5. Disponibilidad de nutrientes a diferentes profundidades en un Oxisol bajo sistema ecológico, pecuario y agroforestal en La Ceiba, Honduras.

Sistema	Profundidad (m)	Ca	Mg	K	Na	P	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
		$cmol_{(+)}$. kg^{-1}				$mg.kg^{-1}$						
Ecológico (Bosque)	0 - 0,15	4,88 a	1,56	0,38	0,09	6,5	1,96	65,11 cd	100,71	1,72 bc	0,14 a	9,3
	0,15 - 0,30	1,54 b	0,93	0,25	0,08	2,92	1,65	135,33 ab	111,01	1,47 c	0,07 bc	8,16
	0,30 - 0,50	0,84 b	0,59	0,22	0,08	1,92	0,9	96 bcd	52,53	1,12 c	0,04 c	8,88
Pecuario (Pastura)	0 - 0,15	2,29 b	1,11	0,28	0,07	13,9	8,41	167,06 a	137,29	3,64 a	0,07 bc	9,61
	0,15 - 0,30	1,61 b	0,51	0,15	0,07	6,59	4,04	126,2 abc	150,35	2,98 ab	0,05 c	7,5
	0,30 - 0,50	1,58 b	0,42	0,1	0,06	7,28	1,75	130,9 ab	161,22	1,13 c	0,04 c	5,85
Agroforestal	0 - 0,15	1,39 b	0,51	0,35	0,06	15,3	2,56	59,28 d	75,75	1,13 c	0,1 b	12,4
	0,15 - 0,30	0,62 b	0,22	0,23	0,04	10,1	1,86	56,89 d	75,82	1,08 c	0,08 bc	14,64
	0,30 - 0,50	0,60 b	0,23	0,14	0,04	6,59	1,33	56,58 d	74,59	0,77 c	0,06 c	15,75

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey (P<0,05).

La disponibilidad de los nutrientes esenciales y benéfico en las unidades experimentales fue interpretada por escala internacional (Castro y Gómez 2010), los niveles de las bases intercambiables, P, Cu, B y Zn se calificaron de bajas a muy bajas, el S en concentración intermedia y, el nivel de Mn fue alto en todas las unidades de muestreo, mientras el Fe fue de medio a alto, especialmente en la pastura.

La disponibilidad de nutrientes fue afectada por las prácticas de manejo y condiciones edafoclimáticas naturales de la región; aunque los depósitos de materia orgánica en cada sistema eran permanentes en el tiempo a través hojarasca y residuos de cosecha (bosque, agroforestal), estiércol de ganado (pasturas), los contenidos de MOS fueron medios a bajos en el perfil analizado, debido a que las altas temperaturas y precipitaciones aceleran la descomposición de MOS (Labrador 2012). Aunado a ello, los niveles de aluminio, hierro y manganeso afloran en detrimento de las bases, P y micronutrientes (Casierra y Aguilar 2007), tornando el suelo, en un medio que requiere restauración de sus propiedades, principalmente las químicas.

Descripción biológica del suelo

El muestreo en la capa superficial del suelo demostró que en el sistema agroforestal se encontraron la mayor abundancia de lombrices y diversidad de hongos (Cuadro 6) en comparación con las pasturas (pecuario) y el bosque (ecológico). Los sistemas agroforestal promueven la aparición de asociaciones microbianas (micorrizas y fijación biológica del nitrógeno) en el suelo, las cuales, están estrechamente vinculadas a las plantas (Singh *et al*. 2014) y a la especiación vegetal, proceso que controlan las comunidades microbianas del suelo (Cline y Zak 2015).

Las funciones de los hongos en el suelo de estos sistemas es diversa, unos se dedican a la descomposición de materia orgánica (*Mucor* sp.), a la acción patológica (*Botrytis* sp., *Phytophthora* sp.) y otros (*Trichoderma* spp.) facilitan la absorción de nutrientes por las plantas y acción supresora ante otras plagas (Companioni *et al*. 2019). Aunado a ello, las combinaciones de plantas que permite la agrosilvicultura y uso de cultivos de cobertura pueden mejorar la salud del suelo y promover la sostenibilidad en los agroecosistemas tropicales (Buyer *et al.* 2017).

Cuadro 6. Diversidad de hongos y lombrices en los sistemas evaluados.

Sistema	Género Hongos	Número Lombrices (m^2)
Ecológico	*Mucor* sp. *Bactridium* sp. *Botrytis* sp. *Circinella* sp. *Trichoderma* spp.	10
Pecuario	*Botrytis* sp. *Penicillium* sp. *Phytium* sp. *Trichoderma* spp.	73
Agroforestal	*Aspergillus* sp. *Mucor* sp. *Botrytis* sp. *Glyocadium* sp. *Penicillium* sp. *Phytium* spp. *Phytophthora* sp. *Trichoderma* spp.	80

En suelos evolucionados (Oxisoles) es común apreciar buenas condiciones físicas, relacionadas con la aireación y retención de humedad; sin embargo, la avanzada meteorización generada en el tiempo provoca una desaturación y acidez en los suelos, comprometiendo fuertemente su fertilidad.

Por tal motivo, la caracterización de las propiedades del suelo es valiosa para estimar el impacto de las prácticas de manejo que se suscitan en los agroecosistemas (agroforestal, pecuario y ecológico) y acorde a ello, reorientar dichas actividades, sea para incrementar o recuperar la salud a través de fertilización basada en la disponibilidad del suelo y requerimientos del cultivo, manejo ecológico de plagas, reducir el uso de labranza, aportes de materia orgánica, sistemas de riego entre otros, lo cual, repercute sensiblemente en la productividad del sistema.

CONCLUSIONES

Los sistemas analizados no degradaron las propiedades físicas del suelo según las exigencias particulares, ya que poseen facilidad de mecanización agrícola y desarrollo radicular por la reducida compactación y buena aireación, permitiendo el adecuado rendimiento de las especies vegetales, en especial el sistema agroforestal.

Las condiciones químicas del suelo en los sistemas están deterioradas, prevaleció la moderada concentración de materia orgánica y elevada acidez por altas concentraciones de Fe, Mn y Al, reduciendo la disponibilidad de nutrientes (Ca, Na, Mg, K, P, Cu, B y Zn) a medida que aumentaba la profundidad, pudiendo comprometer las funciones fisiológicas de las plantas según la exigencias nutritivas de cada especie.

La mayor diversidad microbiológica y abundancia de anélidos en el sistema agroforestal y pecuario, estuvo regulado por el aporte constante de materia orgánica y N procedentes de la *Gliricidia sepium* L. y estiércol vacuno, por lo que dichos sistemas promueven la salud del suelo.

LITERATURA CITADA

Alley, M; Zelazny, LW. 1997. Soil acidity: Soil pH and lime needs. *In* Soil testing: Sampling, correlation, calibration, and interpretation, SSSA. Special publication 21. Soil Science Society of America p. 65-72.

Alvarado, A; Forsythe, W. 2005. Variación de la densidad aparente en órdenes de suelos de Costa Rica. Agronomía costarricense, Revista de ciencias agrícolas 29(1):85-94.

Arcos, A; Narro, L. 2009. Calosa como herramienta de selección para tolerancia del maíz al aluminio. Manual de laboratorio, CIMMYT. México. 121 p.

Arend, DN. 2010. Minitab 17 Statistical Software. (en línea) State College, PA: Minitab. Inc. Consultado 18 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/38vs9d3

Balsberg, PAM. 1990. Influence of aluminum on biomass, nutrients, soluble carbohydrate and phenols in beech (*Fagus sylvatica*). Physiologia Plantarum 78:79–84.

Bouyoucos, G. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal 54:464-465.

Budhu, M. 2007. Soil mechanics and foundations. 2da. ed. John Wiley & Sons Inc. New Jersey, USA. 634 p.

Buyer, JS; Baligar, VC; He, Z; Arévalo, GE. 2017. Soil microbial communities under cacao agroforestry and cover crop systems in Peru. Applied Soil Ecology 120:273–280.

Calderón, MCL; Bautista, MGP; Rojas, S. 2018. Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. Orinoquía 22(2):141-157.

Casierra, F; Aguilar, O. 2007. Estrés por aluminio en plantas: reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Una revisión. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 1(2):246-257.

Castro, H; Gómez, M. 2010. Fertilidad de suelos y Fertilizantes. *In* Burbano, H; Mojica, F. (eds.). Ciencia del Suelo. Principios básicos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. p. 213-303.

Cline, LC; Zak, DR. 2015. Soil microbial communities are shaped by plant-driven changes in resource availability during secondary succession. Ecology 96(12):3374–3385.

Colín, VCI; Domínguez, GTG; González, RH; Cantú, SI; Colín, JG. 2018. Dinámica de nutrientes durante el proceso de degradación de la hojarasca en el Matorral Espinoso Tamaulipeco. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 9(49):87-109.

Companioni, GB; Domínguez, AG; García, VR. 2019. *Trichoderma*: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. Biotecnología Vegetal 19(4):237-248.

Cuartas, CCA; Naranjo, RJF; Tarazona, MAM; Murgueitio, RE; Chará, OJD; Ku, VJ; Solorio, SFJ; Flores, EM; Solorio, SB; Barahona, RR. 2014. Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. Revista Colombiana Ciencias Pecuarias 27(2):76-94.

Da Silva, WB; Périco, E; Dalzochio, MS; Santos, M; Cajaiba, RL. 2018. Are litterfall and litter decomposition processes indicators of forest regeneration in the neotropics? Insights from a case study in the Brazilian Amazon. Forest Ecology and Management 429:189-197.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2014. Consumo de carne (en línea). Consultado 18 ene. 2020. Disponible en: https://goo.gl/owY7At

Fassbender, H; Bornemiza, E. 1994. Química de suelos: con énfasis en América Latina (2da Ed.). San José, Costa Rica: IICA. 87 p.

Gabriels, D; Lobo, D. 2011. Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo. Vensuelos 14:37-48.

García, Y; Ramírez, W; Sánchez, S. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Pastos y Forrajes 35(2):125-138.

Gardi, C; Angelini, M; Barceló, S; Comerma, J; Cruz, C; Encina, GA; Jones, RA; Krasilnikov, P; Mendonça, SBML; Montanarella, L; Muñiz, UO; Schad, P; Vara, RMI; Vargas, R. 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxembourg. 176 p.

Gómez, C; Villagra, M; Solórzano, M. 2018. La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). Revista Tecnología en Marcha 31(1): 167-177.

Jackson, ML. 1956. Soil chemical analysis advanced course: a manual of methods useful for instruction and research in soil chemistry, physical chemistry of soil fertility and soil genesis. No. S593 J2. 76 p.

Jaramillo, D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. 613 p.

Ji, C; Yang, Y; Han, W; He, Y; Smith, J; Smith, P. 2014. Climatic and edaphic controls on soil pH in alpine grasslands on the Tibetan Plateau, China: A quantitative analysis. Pedosphere 24(1):39-44.

Jones, JJB. 1999. Soil analysis handbook of reference methods. CRS Press. 264 p.

Kuno, NS; Ponce, SV; Aguilar, GV; Casas, RM. 2018. Evaluación de la fertilidad del suelo en parcelas con dos diferentes manejos de hacer agricultura (sistema agroforestal sucesional y sistema convencional) en zona semiárida en la provincia Tapacarí-Cochabamba. Apthapi 4(1):962-970.

Labrador, J. 2012. Avances en el conocimiento de la dinámica de la materia orgánica dentro de un contexto agroecológico. Agroecología 7:91-108.

López, BW; Reynoso, SR; López, MJ; Camas, GR; Tasistro, A. 2018. Diagnóstico de la compactación en suelos cultivados con maíz en la Región Fraylesca, Chiapas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9(1):65-79.

Martín, N; Adad, I. 2006. Generalidades más importantes de las ciencias del suelo. *In* Disciplina Ciencias del Suelo. Tomo I. Pedología. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 504 p.

Mueller, GM; Bills, G; Foster, M. 2011. Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Pres. 777 p.

Pérez, ER. 2008. Testimonio: El Lado Oscuro de la Ganadería. Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía 39(154):217-227.

Porta, CJ; Reguerín, LA; Roquero, de LC. 2003. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. 3ra. ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 929 p.

REDD/CCAD-GIZ (Programa Regional Reducción de Emisiones por la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana – Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional). 2014. Mapa Forestal y de Cobertura de la Tierra de Honduras: Análisis de Cifras Nacionales. 24 p.

Sainz, RHR; Echeverría, HE; Angelini, HP. 2011. Niveles de carbono orgánico y pH en suelos agrícolas de la Regiones Pampeana y Extrapampeana Argentina. Informaciones Agronómicas 2:6-12.

Singh, K; Trivedi, P; Singh, G; Singh, B; Patra, DD. 2014. Effect of Different Leaf Litters on Carbon, Nitrogen and Microbial Activities of Sodic Soils. Land Degradation and Development 27(4):1215-1226.

Soil Taxonomy. 2014. Claves para la Taxonomía de Suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. 12ª edición. 410 p.

Soriano, RR; Arias, ML; Carbajal, de NM; Almaraz, BI; Torres, CMG. 2018. Cambio climático y ganadería: el papel de la agroforestería. Agroproductividad 11(2):70-74.

USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos). 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. 88 p.

Verhulst, N; François, I; Govaerts, B. 2015. Agricultura de conservación y captura de carbono en el suelo: Entre el mito y la realidad del agricultor. México, D.F. CIMMYT. 16 p.

Walkley, A; Black, A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37:29-38.

Productividad, adaptabilidad y estabilidad de clones de *Eucalyptus* spp. en condiciones de estrés hídrico en los Llanos Centrales de Venezuela

Osvaldo Cancio[1*], Júpiter I. Muro Abad[2], Jhonny Escalona[1], Luis Zambrano[1], Eleazar Zorrilla[1], Jesús Pérez[1]

[1]Desarrollos Forestales San Carlos (DEFORSA), Cojedes, Venezuela. [2]Head Toba Pulp Lestari Tbk, Forest R&D and Nursery. Medan, North Sumatra, Indonesia. *Correo electrónico: osvaldo.navegante@paveca.com.ve

RESUMEN

El cambio climático y sus consecuencias, como el aumento de la temperatura global, modifican los regímenes de lluvia, afectando a las plantaciones forestales. Estas se desarrollan en suelos con limitaciones físicas; exceso o déficit de humedad, que pueden provocar alteraciones de la productividad en los árboles. El objetivo fue evaluar la productividad, adaptabilidad y estabilidad para la selección de clones de *Eucalyptus* spp. en condiciones de estrés hídrico con diferentes distanciamientos. El ensayo fue instalado en la empresa Desarrollos Forestales San Carlos (DEFORSA), estado Cojedes, Venezuela. Se utilizó un diseño factorial 8 x 3, con 8 clones de uso comercial y 3 distanciamientos: 4 x 2,25 m (sistema pulpa plantación); 8 x 2,25 m y 12 x 2,25 m (sistema silvopastoril), evaluados con 5 años de edad. La heredabilidad de la media de productividad de clones fue de 0,3533, la cual resultó significativa. La correlación entre ambientes: 0,47, moderada, demostrando interacción entre clon x distanciamiento del tipo compleja. Los clones 3049 y 2425 presentaron los mejores valores genotípicos de productividad en el análisis simultáneo, con ganancia de 21 % sobre el promedio del ensayo. Por el análisis de adaptabilidad y estabilidad la ganancia predicha con la selección de los mismos clones fue de 31 % sobre el promedio del ensayo. Se concluye, la utilidad que implica el método de evaluación de la productividad, adaptabilidad y estabilidad en la selección de clones para diferentes distanciamientos.

Palabras clave: estrés de sequía, clones, genotipos.

Productivity, adaptability and stability of *Eucalyptus* spp. clones under water stress conditions in the Central Plains of Venezuela

ABSTRACT

Climate change and its consequences, such as the increase in global temperature, modify rain regimes and can affect forest plantations. The soil physical limitations (e.g. moisture deficit or excess) of the sites where planted forests are commonly established, can directly impact the plants' productivity. The objective of this study was to evaluate the productivity, adaptability, and stability of *Eucalyptus* spp. clones under conditions of water stress and at different spacings. The trial was established in the company Desarrollo Forestales San Carlos (DEFORSA), Cojedes State, Venezuela. An 8 x 3 factorial design was used, with 8 commercial clones and 3 spacing: 4 x 2.25 m (pulp plantation system), 8 x 2.25 m, and 12 x 2.25 m (silvopastoral system), and evaluated at 5 years of age. The heritability of the mean productivity of clones was significant at 0.3533. The correlation between environments was moderate at 0.47, demonstrating a complex interaction between clone x spacing. Clones 3049 and 2425 presented the best genotypic productivity values in the simultaneous analysis, with a gain of 21 % over the overall mean. The adaptability and stability analysis indicated a predicted gain of 31 %, compared to the test average, with the selection of the same clones. With these results, it is concluded the relevance and utility of conducting the evaluation of adaptability and stability in the selection of clones for different spacings.

Key words: drought stress, clones, genotypes.

Recibido: 13/07/2020 - Aprobado: 10/11/2020

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las especies forestales al igual que todas las plantas, ocurre frecuentemente bajo algún nivel de estrés, siendo el estrés hídrico uno de los que más condiciona la productividad en el campo forestal (Flexas *et al*. 2002). El crecimiento de las plantaciones forestales se da como resultado de varios procesos eco-fisiológicos, que están condicionados por factores de orden genético y ambiental, el exceso de agua en el suelo se considera un factor que limita el proceso del crecimiento y producción de biomasa (Lawlor 1995).

En presencia del déficit hídrico, las plantas manifiestan diversos síntomas como respuesta a esta condición ambiental en donde la tasa de transpiración excede la disponibilidad de agua. El déficit hídrico no sólo ocurre cuando hay escasez de agua en el ambiente, sino también se puede originar por altas temperaturas, compactación del suelo y por niveles altos de salinidad. Estas condiciones, son capaces de inducir una disminución del agua disponible en el citoplasma de las células (Levitt 1980).

El género *Eucalyptus* presenta una amplia variabilidad de especies e híbridos que pueden adaptarse a condiciones de gran estrés fisiológico, como el hídrico. Los programas de mejoramiento genético y selección clonal permiten el desarrollo de plantaciones con capacidad de producción económica de madera bajo estas condiciones. Con la introducción de diferentes especies de *Eucalyptus* y en ocurrencia de su alta variabilidad genética, es posible seleccionar materiales genéticos adaptados a la disponibilidad hídrica. Especies como: *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* y *E. alba* son consideradas más resistentes a ambientes de sequía, sin embargo, *E. grandis*, *E. urophylla* y otras especies presentan cierto grado de resistencia a estas condiciones, viabilizando la selección de individuos. Los híbridos naturales o inducidos entre estas u otras especies constituyen una excelente oportunidad para la obtención de materiales genéticos de alta adaptación y superior productividad forestal para estas condiciones (Assis *et al*. 2016).

En Venezuela, las actividades de producción forestales están condicionados a suelos con capacidad de uso restringido de acuerdo a lo establecido en la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (ANV 2001). Estos suelos, como los de los llanos venezolanos, son considerados geológicamente nuevos, de baja altitud, planos, sin estructura desarrollada y con problemas de drenaje, caracterizados por anegamiento en el periodo de las lluvias y limitaciones hídricas en el periodo de sequía; por la existencia de horizontes impermeables que dificultan tanto el crecimiento de raíces como la infiltración de agua, provocando inundaciones durante toda la época de lluvia. Todo esto limita el crecimiento del eucalipto requiriendo un manejo diferenciado (Ker y Pereira 2013).

En estos tipos de suelos, la alta densidad aparente en los horizontes superficial o sub superficial, es otro aspecto que impide el crecimiento de las raíces y limitan su función de soporte, almacenamiento de agua y nutrientes. Normalmente las especies de eucalipto más utilizadas toleran una densidad de 1,6 $g \cdot cm^{-3}$(McColl y Powers 1984).

En las áreas de la empresa Desarrollos Forestales San Carlos (DEFORSA) donde se consiguen estos tipos de suelos, el manejo forestal adoptado es un sistema silvopastoril de baja densidad de plantas por unidad de superficie ($árboles \cdot ha^{-1}$), y se utilizan mayores distanciamientos de los árboles para adecuar el establecimiento de pasto para el ganado vacuno y bufalino (DEFORSA 2020).

Para componer el elemento arbóreo de los sistemas silvopastoriles, se indican especies del género *Eucalyptus* (Reis *et al*. 2007) debido a que ciertos materiales genéticos tienen densidad de dosel que permite la transmisión de radiación a estratos inferiores del sistema a niveles que favorecen el desarrollo de especies forrajeras y contribuyen al rendimiento animal (Oliveira *et al*. 2009, Paciullo *et al*. 2011).

Algunos clones de eucalipto presentan interacción significativa con este factor y pueden estar sujetos a selección de acuerdo con el sistema de plantación adoptado (Pires *et al*. 2011); sin embargo, difícilmente un clon es el mejor en todas las condiciones de cultivo (Venduscrolo *et al*. 2001). La respuesta diferenciada de clones a la variación ambiental o interacción genotipo x ambiente, indica la dependencia entre el efecto genético y ambiental (Cruz *et al*. 2014, Anputhas *et al*. 2011, Campoe *et al*. 2018); adicionalmente, la información de adaptabilidad y estabilidad fenotípica proporciona criterios completos y datos exactos sobre el comportamiento

de cada clon frente a las variaciones del ambiente (Cruz *et al*. 2014).

El análisis de adaptabilidad y estabilidad de clones es un método eficiente para definir los clones que son más productivos, estables y que presentan una mejor respuesta a las condiciones ambientales diversas. Este abordaje puede ser aplicado para evaluar las interacciones producidas entre clones y las variaciones de las condiciones de plantación como, por ejemplo, el distanciamiento. Estas metodologías son muy útiles cuando se desea minimizar el riesgo de errores en la selección de clones considerando la interacción genotipo x ambiente o con distintos sistemas de manejo (Cruz *et al*. 2014, Resende 2007, Rosado *et al*. 2012, Santos 2012). Adicionalmente, mejorar nuestra comprensión sobre la interacción entre la genética y el medio ambiente es crucial para optimizar la zonificación de genotipos (Campoe *et al*. 2018).

Para la evaluación de la estabilidad y adaptabilidad genotípica, el Método del Promedio Harmónico del Desempeño Relativo de los Valores Genéticos MHPRVG (por sus siglas en portugués: **Método da Média Harmônica do Desempenho Relativo dos Valores Genéticos**), es efectivo para evaluar simultáneamente la productividad de los clones en diferentes condiciones de acuerdo con los estudios de Resende (2007) y Santos (2012). El estudio es asociado al análisis de un conjunto de genotipos en varios locales o condiciones, utilizando un modelo mixto asociando a las estimaciones de las varianzas REML (por sus siglas en inglés: **Restricted Maximum Likelihood**) y los valores genéticos del propio BLUP (por sus siglas en inglés: **Best Linear Unbiased Prediction**), para ser interpretados directamente como resultado de la estabilidad y adaptabilidad de los clones (Resende 2007, Rosado *et al*. 2012). De esta manera, el modelo permite la selección para cada sitio de los mejores clones (Santos 2012).

En este contexto, el objetivo de esta investigación consistió en evaluar la productividad, adaptabilidad y estabilidad para selección de clones de *Eucalyptus* spp. en condiciones de estrés hídrico y distanciamientos en la finca de DEFORSA, estado Cojedes, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de clones y distanciamiento fue instalado en la empresa DEFORSA, en San Carlos, Cojedes, en la parcela 51 de lote V, cuyo punto de referencia en el centro de la parcela son las coordenadas UTM: 560472,792 E - 1057564,458 N. Los suelos corresponden a unidades de manejo con limitación de crecimiento (planosol haplico, distrófico gleizado A), que en DEFORSA se define como unidad de manejo 4; es decir, son suelos típicos de zona baja, desestructurados, con altos niveles de compactación los cuales son influenciados por saturación hídrica, textura media a arcillosa, que en el periodo de lluvia permanece anegado y en el periodo de sequía reduce drásticamente la humedad del suelo.

El ensayo se localizó a 135 m.s.n.m.; en clima tipo BSh; con temperatura media, máxima y mínima del aire promedio anual de 26,60; 32,60 y 18,20 °C, respectivamente; con un régimen de lluvia media anual de 1.365 mm, concentrada en los meses de mayo a agosto y con periodo muy seco de enero a abril; con una evaporación media anual de 1.807 mm·año^{-1} (Paredes 2009).

La preparación del suelo consistió en un subsolado de hasta 40 cm de profundidad e incorporación de cal dolomítica a razón de 1.200 kg·ha^{-1}. Luego una fertilización pre-plantación, con fórmula química a base de N-P-K (10-30-20) a razón de 100 g·planta^{-1}, y una post-plantación (a los 2 meses) a base de N-P-K (15-15-15) a razón de 100 g·planta^{-1}. Al año se realizó una fertilización de cobertura a base de N-P-K con 18-10-30 a razón de 100 g·planta^{-1}. Al segundo año se realizó una fertilización a base de cloruro de potasio a razón de 100 g·planta^{-1}. El control de malezas fue manual y químico (herbicidas Glifosato a razón de 2 L·ha^{-1}) al primer año. A partir del segundo año, el control de maleza se realizó mecánico (rolo argentino o rotativa) y biológico a través del pastoreo con una carga animal de 0,5 a 0,75 Unidad Animal·ha^{-1}, de acuerdo con la necesidad, para evitar competencia con las plantas.

Condiciones del ensayo y obtención de los datos de crecimiento y sobrevivencia

En el ensayo se utilizó un diseño factorial 8 x 3, con 8 clones de uso comercial en DEFORSA (Cuadro 1), plantados en el año 2014 y evaluados con 5 años

de edad en 2019. Se usaron 3 distanciamientos: 4 x 2,25 m, 8 x 2,25 m y 12 x 2,25 m. El primer distanciamiento es utilizado para la producción de madera para pulpa y papel; los otros dos distanciamientos bajo el sistema silvopastoril de baja densidad, la madera producida tiene múltiples usos: pulpa, carbón, estantillos y madera para aserradero. Cada unidad de muestreo estuvo conformada por 3 bloques al azar, con 4 hilos de 12 árboles para un total de 48 plantas (Figuras 1 y 2). Las mediciones fueron realizadas en los 2 hilos centrales respetando los bordes, para un total de 20 árboles (Figura 3).

Las mediciones de campo se organizaron en hojas de cálculo Excel® y se usaron ecuaciones volumétricas (Ecuaciones 1 y 2) del Departamento de Inventario Forestal de DEFORSA, para la determinación de la productividad en Incremento Medio Anual (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$), y el volumen del árbol en pie.

Ecuación 1

$$IMA = \frac{\pi * \left(\frac{DAP}{2}\right)^2 * H * 0,45 * N}{N}$$

donde "IMA" es el Incremento Medio Anual, "DAP" es el diametro altura de pecho, "H" es la altura del árbol, "0,45" es el factor de conicidad, "N" es el número de árboles por hectárea y "E" corresponde a la edad de la plantación.

Ecuación 2:

$$V = (DAP)^2 * \frac{\pi}{4} * H * 0,45$$

donde "V" es el volumen del árbol en pie, "DAP" es el diametro altura de pecho, "H" es la altura del árbol y "0,45" corresponde al factor de conicidad.

Los resultados de IMA calculados de forma individual para cada árbol fueron procesados con la aplicación Selegen® (Resende 2007), se generaron estimaciones de varianzas y se determinaron los valores genotípicos para la estimación de los parámetros de adaptabilidad y estabilidad.

Cuadro 1. Características y ubicación de los clones de *Eucaliptus* spp. utilizados en el ensayo de distanciamiento, realizado en la Finca DEFORSA, San Carlos, Cojedes, Venezuela.

Clon	Especie	Productividad comprobada ($m3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)	Unidad de manejo
3049	Hibrido natural de *E. urophylla* probablemente con *E. alba*: denominado "Platyphylla".	37,68	3
2425	Hibrido natural de *E. urophylla*	43,44	2
66	Hibrido natural de *E. urophylla* probablemente con *E. alba*: denominado "Platyphylla".	18,22	4
2897	Hibrido natural de *E. urophylla* probablemente con *E. alba*: denominado "Platyphylla".	33,27	2
251	Hibrido natural de *E. urophylla* probablemente con *E. alba*: denominado "Platyphylla".	42,12	2
1193	Hibrido natural de *E. urophylla* con *E. camaldulensis*	21,4	2
1084	Hibrido natural de *E. urophylla*	24,85	2
241	Hibrido natural de *E. urophylla* probablemente con *E. alba* : denominado "Platyphylla".	32,71	3

Fuente: Departamento Programa de Mejoramiento Genético Forestal (DEFORSA 2019).

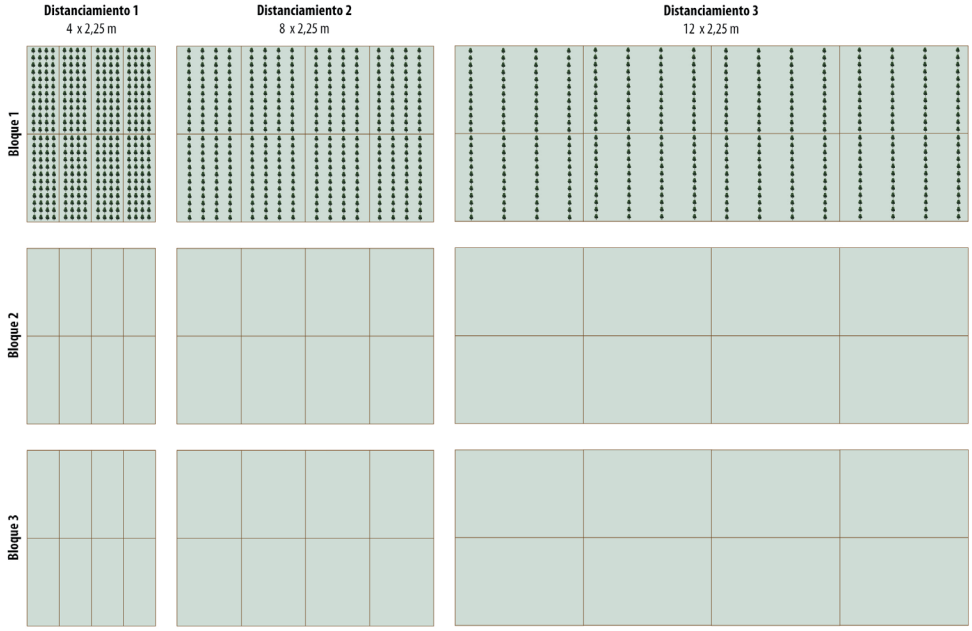

Figura 1. Esquema representativo de la distribución de tratamientos en campo; 3 distanciamientos x 3 bloques, con 8 clones de *Eucaliptus* spp. por cada bloque. Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

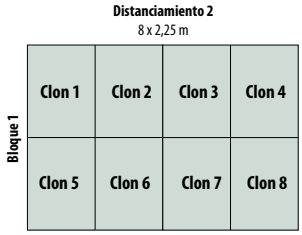

Figura 2. Esquema representativo de la composición de un bloque para el distanciamiento 2, con 8 clones de *Eucaliptus* spp. Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

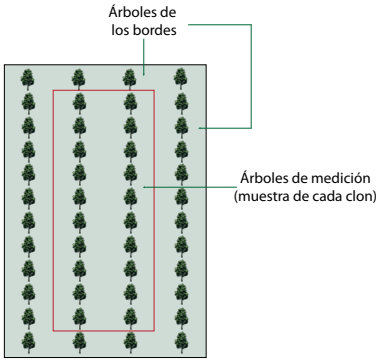

Figura 2. Esquema representativo del área de muestra para cada clon de *Eucaliptus* spp., en un bloque de distanciamiento Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

Evaluación de adaptabilidad y estabilidad

El modelo estadístico para el análisis de los datos IMA de los clones en los ensayos con 3 distanciamientos considerando las observaciones por parcela, fue establecido mediante la Ecuación 3 (Resende 2004).

Ecuación 3:

$$y = Xb + Zg + Wge + e$$

donde "y" es el vector de datos para productividad en IMA, "b" es el vector de datos para promedio de bloque a través de los tratamientos (fijo), "g" se corresponde a los vectores de datos para efectos genotípicos (aleatorio), "ge" es el vector de datos para la interacción genotipo x distanciamientos (aleatorio) y "e" representa los errores aleatorios. X, Z y W, son matrices de incidencia para "b", "g" y "ge", respectivamente.

La selección simultánea de productividad, estabilidad y adaptabilidad del material genético se basó en las estadísticas MHPRVG. Los análisis de estabilidad, adaptabilidad y productividad para ensayos de genotipos en bloques, con varias plantas por muestreo y varios ambientes, se realizaron con el software Selegen-Reml / Blup®, usando el modelo 51, tal como

lo describe Resende (2004). Para este trabajo, se considero el parámetro distanciamiento como un factor de variación ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de productividad de la interacción clones x distanciamientos, de acuerdo con los valores genéticos predichos

La eficiencia selectiva de la IMA fue de 0,59, este es un valor aceptable conforme a la clasificación de Resende y Duarte (2007), demostrando confiabilidad en la selección realizada en el ensayo (Cuadro 2). El valor obtenido en la estimación de heredabilidad fue de 0,3533 (Cuadro 2), demostrando que existe variabilidad genética significativa para el promedio de los clones evaluados, y se infiere que hay oportunidad en la selección con ganancias genéticas. El coeficiente de variación genotípica (CV_{gi}), fue de 18 %, esto confirma la significancia del valor de la heredabilidad de acuerdo con Santos (2012) que estudió una red de ensayos de clones en diversos ambientes y con los aportes de los trabajos de Resende y Duarte (2007).

Cuadro 2. Parámetros genéticos (REML individual), para el Incremento Medio Anual (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) en clones de *Eucalyptus* spp, en análisis simultáneo entre los distanciamientos. Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

Parámetros genéticos	Estimaciones
Coeficiente de determinación de la interacción clon x ambiente (C^2_{int})	0,0731
Heredabilidad ajustada de la media de clon, asumiendo sobrevivencia completa (h^2_{mg})	0,3533
Precisión genética en la selección de clones (Acgen)	0,5943
Correlación genotípica entre los distanciamientos (Rgloc)	0,4730
Coeficiente de variación genotípica (CV_{gi}) %	18,2879
Coeficiente de variación experimental (CV_e) %	66,2795
Promedio general de los caracteres entre los diferentes distanciamientos (MG)	20,0325

La correlación genotípica entre los distanciamientos (Rgloc), fue moderada (0,47), de acuerdo con Vencovsky y Barriga (1992), esto indica la presencia de interacción clon x distanciamiento del tipo compleja, demostrando que en cada distanciamiento los clones pueden cambiar de posición en productividad lo que se recomienda realizar la evaluación de adaptabilidad y estabilidad (Resende 2007, Santos 2012).

Componentes de Media (BLUP Individual)

En el Cuadro 3 se muestra el ordenamiento de los clones en los tres distanciamientos de acuerdo al IMA obtenido. La ganancia genética comparada con el promedio general del ensayo, y con la selección de los 2 mejores clones; es de 21 %, indicando ganancia con la selección en estas condiciones en que se evalúa simultáneamente los 3 distanciamientos utilizados. Esta ganancia basada en valores genotípicos predichos BLUP asegura el comportamiento del clon en futuras plantaciones en el ambiente de ensayo, porque reduce los errores de predicción (Resende 2007).

Es importante destacar que los clones utilizados están certificados por su uso comercial en otros tipos de

Cuadro 3. Ordenamiento de clones de acuerdo a sus valores genotípicos y ganancias predichas para para el Incremento Medio Anual (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$), en análisis simultáneo entre los niveles de distanciamientos. Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

Orden	Clones	g*	(μ + g)**	Ganancia	Nuevo promedio
1	3049	4,5649	24,5974	4,5649	24,5974
2	2425	3,7804	23,8128	4,1726	24,2051
3	66	1,8166	21,849	3,3873	23,4198
4	2897	-1,2948	18,7377	2,2168	22,2493
5	251	-1,3466	18,6859	1,5041	21,5366
6	1193	-1,4385	18,594	1,0137	21,0461
7	1084	-2,8217	17,2108	0,4658	20,4982
8	241	-3,2603	16,7722	0	20,0325

Promedio general: 20,03; Ganancia por la selección de los dos mejores clones en relación al ensayo: 21 %; *: valor genotípico; **: promedio + valor genotípico.

suelos, con productividad definida en sus localidades de plantación, en sistema de pulpa plantación de alta densidad, para los cuales fueron seleccionados.

Selección de Material Genético por distanciamiento

Al observar los resultados de los valores genotípicos de los clones por distanciamientos, se constató que el orden de selección no coincide con la evaluación simultánea (Cuadros 3, 4 y 5). Esto indica la existencia de interacción compleja, situación igual a la constatada en el estudio de Santos (2012), que al investigar la correlación genotípica de 3 ambientes para clones de *Eucalyptus*; concluyó que, al existir este tipo de correlación, es necesario seleccionar clones para cada ambiente diferente. Es decir, para cada distanciamiento se tiene la selección de grupos diferentes de clones o un cambio de posición de selección, de acuerdo con lo postulado por Resende y Duarte (2007).

Los resultados muestran que el clon 66 puede ser utilizado para plantación en sistema silvopastoril de baja densidad, pero no es indicado para pulpa plantación en sistema de alta densidad. Situación inversa se constata para el clon 2897; este es indicado para sistema de pulpa plantación en los suelos agrupados en la unidad de manejo 4, pero no puede ser utilizado para el sistema silvopastoril de baja densidad. Resultados que pueden ser observados en el Cuadro 5, donde se indica la naturaleza de la interacción de cada clon con el distanciamiento.

De acuerdo al Cuadro 4, para el distanciamiento 4 x 2,25 m, los clones que presentaron mejores ganancias en relación al promedio del ensayo y un mayor desarrollo del IMA en condiciones de estrés hídrico fue el clon 2425 (44,8815 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) y el clon 3049 (38,9061 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$). Para el distanciamiento 8 x 2,25 m, los clones que presentaron mejores ganancias en relación al promedio del ensayo y un mayor desarrollo del IMA en condiciones de estrés hídrico fue el clon 3049 (28,5656 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) y el clon 66 (26,743 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$).

Ensayos efectuados en Suramérica para evaluar clones de *Eucaliptus* ante el estrés hídrico, han indicado que el IMA puede oscilar entre 17 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ en áreas con intenso déficit hídrico en el suelo (600 mm precipitación anual) hasta 65 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ en áreas con más de 1.200 mm de precipitación anual (Campoe *et al*. 2018).

Cuadro 4. Ordenamiento de clones de acuerdo a sus valores genotípicos y ganancias predichas para para el Incremento Medio Anual (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$), en los niveles de distanciamiento evaluados. Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

Distanciamiento	Orden	Genotipo	(μ + g + ge)*	Ganancia
4 x 2,25 m (1,111 plantas·ha^{-1})	1	2425	44,8815	11,4112
	2	3049	38,9061	8,4235
	3	2897	34,0741	5,8169
	4	66	32,5917	4,1430
	5	1193	30,5748	2,7353
	6	1084	29,5735	1,6299
	7	251	29,5681	0,8396
	8	241	27,5930	0
	Promedio		33,4703	
8 x 2,25 m (555 plantas·ha^{-1})	1	3049	28,5656	9,4755
	2	66	26,7430	8,5641
	3	2425	20,0690	6,0357
	4	251	18,6810	4,4245
	5	1193	15,4776	2,8171
	6	241	15,3387	1,7223
	7	2897	15,3010	0,9350
	8	1084	12,5454	0
	Promedio		19,0901	
12 x 2,25 m (370 plantas·ha^{-1})	1	3049	11,4073	3,8703
	2	2425	10,7005	3,5170
	3	66	8,2367	2,5779
	4	1193	8,1267	2,0809
	5	1084	6,3692	1,4311
	6	251	6,3080	0,9878
	7	2897	5,3953	0,5407
	8	241	3,7518	0
	Promedio		7,5369	

*: promedio + valor genotípico + interacción genotipo-ambiente.

Cuadro 5. Valores de la interacción de los clones con el nivel de distanciamiento para el Incremento Medio Anual (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$). Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

Distanciamiento 4 x 2,25 m		Distanciamiento 8 x 2,25 m		Distanciamiento 12 x 2,25 m	
Clon	**(g x e)***	**Clon**	**(g x e)***	**Clon**	**(g x e)***
241	-2,617	241	-0,4911	241	-0,5248
251	-2,5557	251	0,9374	251	0,1177
1084	-1,0752	1084	-3,7230	1084	1,6539
1193	-1,4570	1193	-2,1741	1193	2,0282
2425	7,6308	2425	-2,8015	2425	-0,6168
2897	1,8985	2897	-2,4944	2897	-0,8469
3049	0,8708	3049	4,9105	3049	-0,6946
66	-2,6952	66	5,8363	66	-1,1168

*: interacción genotipo-ambiente.

Los clones 3049, 2425 y 66 son híbridos naturales de *E. urophylla* con otras especies que posee excelente tolerancia a sequía, principalmente las especies de la sección Exsertaria, como *E. alba*, *E. camaldulensis* y *E. brassiana*, que probablemente fueron mezclada con el *E. urophylla* en su origen (Pryor y Johnson 1971, Jovanovic y Booth 2002, Moura 2004).

Para el distanciamiento 12 x 2,25 m el clon 3049 (11.4073 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$) y el clon 2425 (10.7005 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$), presentaron los parámetros de desarrollo en cuanto al IMA más resaltantes y mejores ganancias en relación al promedio del ensayo.

Los promedios de valor genotípico de productividad para los diferentes distanciamientos (Cuadro 4): pulpa plantación de 33,47 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ (1.111 plantas por hectárea); y los distanciamientos de manejo silvopastoril, con 19,09 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ (555 plantas por hectárea) y 7,54 $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$ (370 plantas por hectárea), reportan una alternativa de utilización de estos suelos, normalmente destinados a potreros, que pueden ser utilizados para la producción de madera en sistemas silvopastoriles o pulpa plantación empleando el clon adecuado. En el sistema silvopastoril es posible manejar la producción de ganado conjuntamente con madera para diferentes usos, aunque con menor productividad debido a la baja densidad del número de árboles (Matias 2016, Silva 2016, Moulin *et al*. 2017, Pena 2018).

Es importante destacar que la productividad estimada para este ensayo es basada en bloques con reducido número de árboles. En plantaciones comerciales, las estimaciones de productividad normalmente presentan valores menores, esto se explica debido a la competencia intra-clones dentro de la parcela muestreada, o sea, se elimina el efecto borde en el muestreo (Silva 2001, Muniz *et al*. 2009, Dias 2014). Por esta razón, en la experiencia de empresas forestales como DEFORSA, el ajuste de ecuaciones, las curvas de crecimiento y estimaciones de productividad son definidas en fase siguiente al ensayo clonal (Moraes Neto *et al*. 2020).

Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de clones con los distanciamientos de plantación de acuerdo con los valores genéticos predichos

Al observar los Cuadros 6 y 7, no hay cambio de posición en el listado de los mejores clones para la estabilidad (MHVG), para la adaptabilidad (PRVG) ni en la evaluación simultánea (MHPRVG). El cambio solamente ocurrió en los materiales de menor productividad. Estos resultados indican que los clones más confiables para utilizar en suelos con estrés hídrico, sea en sistema de pulpa plantación o silvopastoril, son los clones 3049 y 2425, de este grupo evaluado.

Cuadro 6. Valores Genéticos de Estabilidad (MHVG) y Adaptabilidad (PRVG) predichos por BLUP para el Incremento Medio Anual (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$). Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

Genotipo	MHVG	PRVG	PRVG x MG*
3049	20,2192	1,3908	27,8603
2425	18,1201	1,2707	25,4543
66	15,8325	1,1558	23,154
1193	13,6136	0,9342	18,7137
251	12,2012	0,8996	18,0221
1084	11,0893	0,7953	15,9312
2897	10,7124	0,8451	16,9301
241	8,1527	0,7086	14,1942

*: promedio general (20,0325).

Cuadro 7. Valores genéticos simultaneos de Estabilidad y Adaptabilidad (MHPRVG) predichos por BLUP para el Incremento Medio Anual (IMA; $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$). Finca DEFORSA, Cojedes, Venezuela.

Orden	Genotipo	MHPRVG	MHPRVG x MG*
1	3049	1,3703	27,4506
2	2425	1,2493	25,0268
3	66	1,1296	22,6284
4	1193	0,9215	18,4601
5	251	0,8959	17,9465
6	2897	0,8272	16,5701
7	1084	0,7819	15,6634
8	241	0,6717	13,4552

Ganancia genética en relación al promedio del ensayo (2 superiores): 31 %; *: promedio general (20,0325).

Como se observó anteriormente, la existencia de interacción compleja indicó la necesidad de evaluar la adaptabilidad y estabilidad. Pero como esta interacción fue más significativa dentro de los clones de menores valores genéticos, no provocó alteración en el listado de los 2 mejores clones; no obstante, la estimación de ganancia por valores genotípicos del análisis simultáneo fue de 21 % (Cuadro 3) y de 31 % por análisis de adaptabilidad y estabilidad (Cuadro 7).

Eso ocurre porque con la selección por la adaptabilidad y estabilidad agrega la ganancia con la interacción media entre los ambientes. Los estudios de Santos (2012), de igual modo presentan un valor más alto de ganancia por el análisis de adaptabilidad y estabilidad que por selección de valores genotípicos de análisis simultáneo, justificando que se trata de una refinación del proceso de selección de acuerdo con los estudios de Resende (2007) y los trabajos de Anputhas *et al*. (2011).

CONCLUSIONES

La estimación de los parámetros genéticos para los 8 clones evaluados, en 3 distanciamientos, presentaron ganancia genética, lo que demuestra una condición optimista para la selección de clones.

Existe interacción del tipo compleja entre los clones, en este tipo de suelo y los distanciamientos, confirmando la utilidad del método de evaluación de la productividad, adaptabilidad y estabilidad porque los clones pueden reaccionar diferente cuando se plantan en diversos distanciamientos, como fue constatado.

La selección de los 2 mejores clones (3049 y 2425) por el valor genotípico del análisis simultáneo estimó una ganancia de 21 %. La selección practicada por valores genotípicos de adaptabilidad y estabilidad predijeron una ganancia de 31 % para los mismos clones, al contabilizar las ganancias de interacción entre clon y distanciamientos.

Los clones 3049 y 2425 presentaron mejor estabilidad y adaptabilidad, indicando que pueden ser utilizados en cualquiera de los distanciamientos, en este tipo de suelo.

El clon 66 responde positivamente en sistema de plantación silvopastoril, pero no es indicado para sistema de pulpa plantación. El clon 2897, presenta interacción invertida, y no puede ser utilizado para sistema silvopastoril, solamente para pulpa plantación.

LITERATURA CITADA

Anputhas, M; Samita, S; Abeysiriwardena, DS. 2011. Stability and adaptability analysis of rice cultivars using environment-centered yield in two-way ANOVA model (en línea). Communications in Biometry and Crop Science 6(2):80-86. Consultado 14 may. 2020. Disponible en https://bit.ly/35lLLhp

Assis, TF; Abad, JAM; Aguiar, AM. 2016. Melhoramento Genético do Eucalipto (en línea). *In* Schumacher, MV; Vieira, M. (eds.). Silvicultura do Eucalipto no Brasil. Santa Maria, Rio Grande del Sur, Brasil, Editora UFSM. p. 217-244. Consultado 06 jun.2020. Disponible en https://bit.ly/39b4Cgf

ANV (Asamblea Nacional de Venezuela). 2001. Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (en línea). Decreto 1546 en Gaceta Oficial N° 37.323. Caracas. Venezuela. 13 nov. 30 pp. Consultado 28 may. 2020. Disponible en https://bit.ly/394HXSG

Campoe, OC; Binkley, D; Carneiro, R; Ryan, M; Afonso, C; Silva, C; Alvarez, C; Andrade, H; Leite, F; Gomes, F; Bassa, G; Moreira, G; Friederichs,

G; Lourenço, H; Pirez, J; Stahl, J; Masson, M; Chaves, R; Buzzo, R; Paim, R; Loos, R; Coutinho, R; Cavalcante, R; Oliveira, U; Silva, V. 2018. Understanding the interaction between genetics and environment shows potential to maintain and increase *Eucalyptus* productivity (en línea). *In* IUFRO (International Union of Forest Research Organizations, Francia). Eucalyptus 2018. Plantations under global changes, Montpellier, Francia, CIRAD. p. 88-89 Consultado 24 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XyHpzv. ISBN 978-2-87614-743-0

Cruz, CD; Carneiro, PCS; Regazzi, AJ. 2014. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3 Ed. rev. y ampl. Viçosa, Brasil. UFV. 668 p. ISBN 978-85-7269-515-2

Dias, TC. 2014. Forma e tamanhos otimos de parcelas experimentais de eucalipto clonal em sistema de integraçao Lavoura-Pecuaria-Floresta. Tesis MSc. Lavras, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Lavras. 114 p.

DEFORSA (Desarrollos Forestales San Carlos, Venezuela). 2019. Inventario Forestal de DEFORSA 2019. Departamento Programa de Mejoramiento Genético Forestal. DEFORSA, San Carlos, Venezuela. 80 p

DEFORSA (Desarrollos Forestales San Carlos, Venezuela). 2020. Principales actividades (en línea). Consultado 28 may. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XaG15M

Flexas, J; Bota, J; Escalona, J; Sampol, B; Medrano, H. 2002. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under fields conditions: An evaluation of stomatal and mesophyll limitations (en línea). Functional Plant Biology 29(4):461-471. Consultado 14 may. 2020. Disponible en https://doi.org/c6xvkg

Jovanovic, T; Booth, T. 2002. Improved Species Climatic Profiles. RIRDC Publication No. 02/095 (Project No. CSF-56A). Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra. 74 p.

Ker, J; Pereira, T. 2013. Relatorio final dos recursos de solos. Desarrollos Forestales San Carlos. (Datos en digital). Disponible en el Departamento de Investigación Forestal y Viveros DEFORSA. Cojedes, Venezuela. 1 disco compacto.

Lawlor, DW. 1995. Effects of water deficit on photosynthesis. *In* Smirnoff, N. (ed.) Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation BIOS Scientific Publishers Limited. p. 129-160.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press, Nueva York, Estados Unidos de América. 607 p.

Matias, SVBG. 2016. Desempenho silvicultural e qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* em sistemas de integração lavoura pecuária floresta. Tesis Dr. Lavras, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Lavras. 201 p.

McColl, J; Powers, R. 1984. Consequences of forest management on soil tree relationships. *In* Bowen, G; Nambiar, E. (eds.). Nutrition of plantation forests. Academic Press. London. 516 p.

Moraes Neto, SP; Pulrolnik, K; Vilela, L; Souza, KW; Guimarães, JR. 2020. Estimativa do volume de madeira de eucalipto em sistema agrossilvipastoril. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 354. Planaltina, Distrito Federal, Brasil, Embrapa Cerrados. 22 p.

Moulin, JC; Arantes, MDC; Oliveira, JGL; Campinhos, E; Gomes, F; Vidaurre, GB. 2017. Efeito do Espaçamento, Idade e Irrigação no Volume e Densidade Básica do Eucalipto (en línea). Floresta e Ambiente 24: 10 p. Consultado 05 jun. 2020. Disponible en https://bit.ly/3q41p9l

Moura, VPG. 2004. O germoplasma do *E. urophylla* S.T. Blake no Brasil (en línea). Comunicado Técnico 111. Brasilia, Brasil, Embrapa. 12 p. Consultado 05 jun. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ips6Cu

Muniz, JA; Aquino, LH; Simplício, E; Soares, AR. 2009. Estudo do Tamanho de Parcelas Experimentais em Povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill, Usando Parcelas Lineares (en línea). Ciência e Agrotecnologia 33(4):1002-1010. Consultado 14 may. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nw25CM

Oliveira, TK; Macedo, RLG; Venturin, N; Higashikawa, EM. 2009. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril (en línea). Pesquisa Florestal Brasileira 1(60):1-9. Consultado 05 jun. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bfPdOB

Paciullo, DSC; Castro, CRT; Gomide, CAM; Maurício, RM; Pires, MFA; Müller, MD; Xavier, DF. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system (en línea). Livestock Science 141(2-3):166-172. Consultado 05 jun. 2020. Disponible en https://doi.org/fnf5tg

Paredes, F. 2009. Nociones elementales de la climatología e hidrología del estado Cojedes (en línea). Publicaciones del Área de Estudios de Postgrado. Serie Investigación. N° 1. UNELLEZ-San Carlos, Cojedes, Venezuela. 262 p. Consultado 10 may. 2020. Disponible en https://bit.ly/3q42iib

Pena, RF. 2018. Análise silvicultural de clones de eucalipto e características produtivas do pasto em sistema silvipastoril, em Coronel Pacheco. Tesis MSc. Vicosa, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 55 p.

Pires, IE; Resende, MDV de; Silva, RL da; Resende Junior, MFR de. 2011. Genética Florestal. Vicosa, MG: Arka. 318 p.

Pryor, LD; Johnson, LAS. 1971. A classification of eucalypts. Canberra, Australia, Australian National University. 102 p. ISBN 0708105637

Reis, MGF; Reis, GG; Fontan, ICI; Monte, MA; Magalhães, LL; Silveira, VP. 2007. Leaf area index in pruned stands of two clones of different crown architecture in an agrosilvopastoral system. *In* IUFRO CONFERENCE: Eucalypts and diversity – balancing productivity and sustainability. Durban, Sudafrica. 6 p.

Resende, MDV de. 2004. Novas abordagens estatísticas na análise de experimentos e campo (en línea). Colombo, Parana, Brasil, Embrapa Florestas. 57 p. Consultado 30 may. 2020. Disponible en https://bit.ly/38mZNRS

Resende, MDV de; Duarte, JB. 2007. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares (en línea). Pesquisa Agropecuária Tropical 37(3):182-194. Consultado 30 may. 2020. Disponible en https://bit.ly/38mZNRS

Resende, MDV de. 2007. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. Colombo, Parana, Brasil, Embrapa Florestas. 561 p.

Rosado, AM; Rosado, TB; Alves, AA; Laviola, BG; Bhering, LL. 2012. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade (en línea). Pesquisa Agropecuária Brasileira 47(7):964-971. Consultado 05 jun. 2020. Disponible en https://bit.ly/3opMGFl

Santos, GA. 2012. Interação genótipos x ambientes para produtividade de híbridos multi-espécies de eucalipto no Rio Grande do Sul. Tesis Dr. Curitiba, Parana, Brasil. Universidade Federal do Paraná. 128 p.

Silva, RL. 2001. Influência do Tamanho da Parcela Experimental em Testes Clonais de Eucalipto. Tesis MSc. Vicosa, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 78 p.

Silva, S. 2016. Eficiência de redes neurais artificias para estimar variáveis dendrométricas em sistemas agrossilvipastoris na Zona da Mata mineira. Tesis MSc. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Universidade Federal de Viçosa. 103 p.

Vencovsky, R; Barriga, P. 1992 Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, Sociedade Brasileira de Genética. 496 p.

Venduscrolo, E; Scapim, C; Pacheco, C; de Oliveira, VR; de Lucca, A; Gonçalves-Vidiga, BM. 2001. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil (en línea). Pesquisa Agropecuária Brasileira 36(1):123-130. Consultado 26 mar. 2019. Disponible en https://bit.ly/35q5E7B

Análisis de la situación fitopatológica actual de las musáceas comestibles en Venezuela

Gustavo E. Martínez-Solorzano[1*], Juan C. Rey-Brina[1,2], Dorian Rodríguez[3], Claudia Jiménez[1], Yamila Rodríguez[4], Raisa Rumbos[5],Rafael E. Pargas-Pichardo[1], Edward Manzanilla[1], Erick Martínez[6]

[1]Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Maracay, Aragua, Venezuela. [2]Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO). Maracay, Aragua, Venezuela. [3]Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Postgrado Agronomía. Barquisimeto, Lara, Venezuela. [4]Instituto Nacional de Sanidad Agrícola Integral (INSAI), Oficina Maracay. Maracay, Aragua, Venezuela. [5]Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Local Chama. Zulia, Venezuela. [6]Agropecuaria La Fortaleza. San Nicolás, Portuguesa, Venezuela.

RESUMEN

Las musáceas comestibles son consideradas cultivos estratégicos en la seguridad alimentaria de muchos países, por su aporte nutricional y económico. Sin embargo, diferentes factores podrían afectar el control de enfermedades en campo, comprometiéndolas ante posibles nuevos riesgos fitosanitarios. Con la finalidad de analizar los problemas fitopatológicos actuales y potenciales que amenazan su producción en Venezuela, se visitaron las principales zonas productoras de musáceas. Se recopiló información mediante entrevistas a productores, encuestas, observaciones *in situ*, muestreo, procesamiento de tejidos vegetales en laboratorio y revisión documental, para su análisis e interpretación. Adicionalmente se caracterizaron agroecológicamente las áreas estudiadas, basados en la temperatura, precipitación, relieve y contenido de arcilla. Los problemas fitosanitarios presentes en orden de importancia son: complejo sigatoka (*Mycosphaerella* spp.) (58 %); *Erwinia* (21 %); complejo bacteria-hongo (12 %); moko (*Ralstonia salanacearum*) (6 %); marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*)(*Foc*) raza 1 (3 %). Se indican entre las amenazas potenciales: a. Marchitez por *Foc* raza 4; b. Bunchy top virus (BBTV); c. Marchitamiento por *Xanthomonas* (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*); d. Sangrado del banano (*Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis*). En las zonas con alta precipitaciones y altas temperaturas, acompañadas de limitaciones en el drenaje, existen factores condicionantes para la eventual incidencia y severidad de enfermedades importantes. Se recomienda: control integrado con uso de material de propagación sano; restricción de movilización entre zonas; establecimiento de estrategias preventivas ante enfermedades emergentes para mitigar el riesgo de introducción y diseminación; diversificación de la producción con clones resistentes a nuevas amenazas; difundir estos conocimientos.

Palabras clave: amenazas potenciales, banano, enfermedades, *Musa* sp., plátano, topocho.

Analysis of the current phytopathological situation of edible musaceae in Venezuela

ABSTRACT

Edible musaceae are considered strategic crops in the food security of many countries, due to their nutritional and economic contribution. However, different factors could affect the control of diseases in the field, compromising them in the face of possible new phytosanitary risks. In order to analyze the current and potential phytopathological problems that threaten its production in Venezuela, the main musaceae producing areas were visited. Information was collected through interviews with producers, surveys, in situ observations, sampling, processing of plant tissues in the laboratory, and documentary review, for analysis and interpretation. Additionally, the studied areas were agroecological characterized, based on temperature, precipitation, relief, and clay content. The phytosanitary problems present in order of importance are sigatoka complex (*Mycosphaerella* spp.) (58 %); *Erwinia* (21 %); bacteria-fungus complex (12 %); moko (*Ralstonia solanacearum*)

Recibido: 30/09/2020 - Aprobado: 02/12/2020

(6 %); *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) (*Foc*) race 1 (3 %). Among the potential threats are listed: a. *Foc* wilt race 4; b. Bunchy top virus (BBTV); c. *Xanthomonas* wilt (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*); d. Banana bleeding (*Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis*). In areas with high rainfall and high temperatures, accompanied by limitations in drainage, there are conditioning factors for the eventual incidence and severity of important diseases. It is recommended: integrated control with the use of healthy propagation material; restriction of movement between zones; establishment of preventive strategies against emerging diseases to mitigate the risk of introduction and spread; diversification of production with clones resistant to new threats; spread this knowledge.

Key words: banana, bluggoe, diseases, *Musa* sp., plantain, potential threats.

INTRODUCCIÓN

Las musáceas de frutos comestibles se encuentran entre los principales cultivos, y por sus atributos nutricionales y energéticos representan alimentos básicos para más de 400 millones de personas a nivel mundial (Soto 2011, FAO 2017, Dita *et al*. 2018). En el contexto global, aun cuando los datos referentes a su producción, consumo y comercio, pueden subestimarse por el carácter extensivo de estos cultivos que incluyen pequeñas parcelas familiares, la información disponible refleja su importancia en la seguridad alimentaria de muchos países (FAO 2020a).

Los bananos son las frutas más consumidas en el mundo, y es uno de los cultivos más dinámicos en el comercio internacional, considerado entre las frutas más exportadas (Dita *et al*. 2010), mientras que el plátano (*Musa* AAB), aun cuando es desconocido en algunos países, su discreto aumento en volumen de producción mundial, es indicativo del incremento de su importancia (Martínez *et al.* 2009).

Los datos de producción de Venezuela entre los años 2007 y 2018 (FAO 2020b), indican que ocupaba el puesto nueve entre los diez productores importantes de banano de América con 443.504 t, y el puesto seis con respecto al plátano con 495.804 t. Para el año 2018 la producción de estos cultivos en el país fue de 448.315 de bananos y 530.160 t de plátanos, en una superficie de 80.766 ha (31.770 y 48.996 ha de banano y plátanos respectivamente).

No obstante, la producción de estos cultivos podría estar comprometida ante la presencia de diversas enfermedades. Este trabajo tuvo como objetivo recabar información en las principales zonas productoras de musáceas de Venezuela, para analizar los problemas fitopatológicos actuales y potenciales que amenazan la producción de musáceas comestibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los años 2017 y 2019 se visitaron 47 sectores en las principales zonas productoras de musáceas en Venezuela en las regiones Sur del Lago (estados Mérida, Táchira, Trujillo y Zulia), Los Llanos (estados Barinas, Portuguesa, Cojedes, Apure, Guárico, Anzoátegui y Monagas), Centro Occidental (estado Yaracuy), Central (estados Aragua, Carabobo, La Guaira y Miranda) y la región Oriental (estados Bolívar, Sucre y Delta Amacuro).

Se llevó a cabo un estudio a través de un análisis estratificado, basado en la variabilidad topográfica y edafoclimática. Así mismo, se tomó en cuenta en el conocimiento previo sobre las zonas productoras de musáceas, que fue complementado con la información compilada mediante entrevistas desarrolladas a productores; observación participativa de investigadores *in situ*; revisión documental y entrevistas a especialistas en el área.

Adicionalmente se efectuaron visitas a las oficinas estadales de organismos oficiales como: Instituto Nacional de Tierras (INTi), Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT), Instituto de Sanidad Agrícola Integral (INSAI) e Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), a quienes se les solicitó información sobre cultivares predominantes y su manejo. Se caracterizaron los grupos genómicos tomando como referencias trabajos previos (Haddad y Borges 1974, IPGRI-INIBAP/CIRAD 1996, Daniells *et al*. 2001). El diagnóstico de las enfermedades se basó en la sintomatología observada en campo, complementado, cuando era necesario, con análisis fitopatológicos de laboratorio; reportes de trabajos anteriores y consultas a profesionales locales.

La muestra de productores entrevistados osciló entre 3 y 40 individuos por sitio visitado. Esto dependió del

momento de la visita, disponibilidad y receptividad de los mismos. En la entrevista se les consultó con referencia al clon sembrado, las prácticas agronómicas utilizadas y sobre su conocimiento sobre las plagas y enfermedades que afectan a las musáceas en su zona. Además de esto, se realizó una caracterización agroecológica de las áreas con las musáceas mencionadas anteriormente, apoyada en la información de temperatura de los años 2014-2018, precipitación de los años 2010-2018 (Camarillo-Naranjo *et al*. 2019), relieve y contenido de arcilla en el suelo de dichas regiones (NASA 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalidades de las regiones productoras

En el Cuadro 1, se indican las regiones, estados y sectores caracterizados, junto al número de localidades visitadas y productores entrevistados, así como los clones cultivados. Se observa que los cultivos de musáceas comestibles se encuentran a lo largo del territorio nacional en variados sistemas de producción, y es evidente, que las áreas o sitios de producción de musáceas del país poseen condiciones agroecológicas diferentes entre ellas.

Cuadro 1. Regiones productoras, estados, sectores, cultivares, localidades visitadas y productores encuestados, en el desarrollo de la investigación.

Región	Estado	Sector (productores entrevistados / localidades visitadas)	Cultivos*
Sur del Lago	Zulia	El Chivo (18/3), El Siete (10/3), Cuatro Esquinas (8/2), Los Naranjos (4/1), Caja Seca (4/1)	P, B, T
	Trujillo	Los Cenizos (8/5), Sabana Mendoza (12/4), Santa Apolonia (4/3), Monte Carmelo (6/1), Campo Elías (4/1), Batatal (2/1)	P, B
	Mérida	La Azulita (4/1), Tucaní (9/4), El Pinar (5/3)	P, B, T
	Táchira	El Milagro (3/3)	P, T
Los Llanos	Portuguesa	San Nicolás (4/2), El Consuelo (3/1), Payara (3/2), Biscucuy (2/1), Chabasquén (2/1)	P, B, T
	Barinas	Obispos (5/2), Socopó (7/4)	P
	Cojedes	San Carlos (2/2)	B, T
	Apure	Guasdualito (6/2), El Samán (4/1)	P, B, T
	Guárico	Zaraza (3/1)	P, T
	Anzoátegui	Píritu (3/1)	T
	Monagas	Temblador (6/3)	P, T
Central	Carabobo	Samán Mocho (8/2), San Joaquín (4/3)	B
	Aragua	Santa Cruz (5/3), Palo Negro (4/2), La Cuarta (5/1)	B
	La Guaira	Carayaca (3/1), Todasana (1/1)	P, B
	Miranda	Barlovento (7/3), Tacarigua (3/4)	P, T
Centro Occidental	Yaracuy	Los Cañizos (6/2), Santa María (8/2)	P
Oriental	Sucre	Cariaco (1/1), Irapa (2/1)	B
	Delta Amacuro	Tucupita (2/1), Macareo (4/1), Cocuina (4/1)	P, T
	Bolívar	La Paragua (3/1), San Francisco (4/1), El Cristo (3/1)	P, T ,B

* P: Plátano, B: Banano, T: Topocho

Sin embargo, la principal región productora con mayor predominancia es la zona del Sur del Lago conformada por los estados Zulia, Mérida, Táchira y Trujillo; donde se produce más del 70 % de la producción nacional (Terán 2017), y se corresponde con la mayor cantidad de productores visitados.

En la Figura 1, se observa que las musáceas en el país, en su gran mayoría se ubican en zonas planas y bajas (menos de 200 m.s.n.m.), con excepción de la región central (4) y centro occidental (3), donde las tierras son planas, pero las alturas oscilan entre 200 y 500 m.s.n.m.; y en la zona alta (7) y La Guaira (11) donde hay fuertes pendientes (mas de 30 %) y las alturas oscilan entre los 800 y 1.600 m.s.n.m.

La altura guarda estrecha relación con la temperatura promedio anual de las zonas (Figura 2), donde se aprecian temperaturas por encima de los 27 °C en las zonas más bajas, entre 25 y 27 °C en la región central (3) y centro occidental (4), y temperaturas promedio por debajo de los 20 °C en las zonas Alta (7) y La Guaira (11), condicionando el ciclo fisiológico de las musáceas, así como la aparición y severidad de diferentes enfermedades.

Analizando la información relacionada con la precipitación media anual (Figura 3) y contenido de arcilla de los suelos (Figura 4), se definen las condiciones agroecológicas de las diferentes regiones. De esta manera, en la región de mayor importancia para las musáceas, Sur del Lago (1), existe una combinación de tierras muy planas, bajas, con abundante precipitación (1.400 a 2.000 mm) con ocho a nueve meses húmedos (mas de 75 $mm.mes^{-1}$) y contenidos de arcilla sobre el 30 %, lo que propicia mal drenaje, anegamiento y alta humedad relativa.

Las regiones bajas; Sur Occidental (2), Eje Portuguesa – Cojedes (6), Apure (10b), Bolívar (9) y Oriental (5) tienen una precipitación entre 1.400 y 1.600 mm con seis a ocho meses húmedos y temperaturas entre 26 y 27 °C; sin embargo los suelos varían. Las regiones Sur Occidental (2), Bolívar (9) y Oriental (5) poseen texturas más livianas con menos de 25 % de arcilla y subsecuentemente mejor drenaje; mientras que las zonas del Eje Portuguesa – Cojedes (6) y Apure (10b) tienen texturas más pesadas (mas de 35 a 40 % de arcilla) con un drenaje limitado y mayor humedad relativa, sobre todo en los meses entre mayo y diciembre.

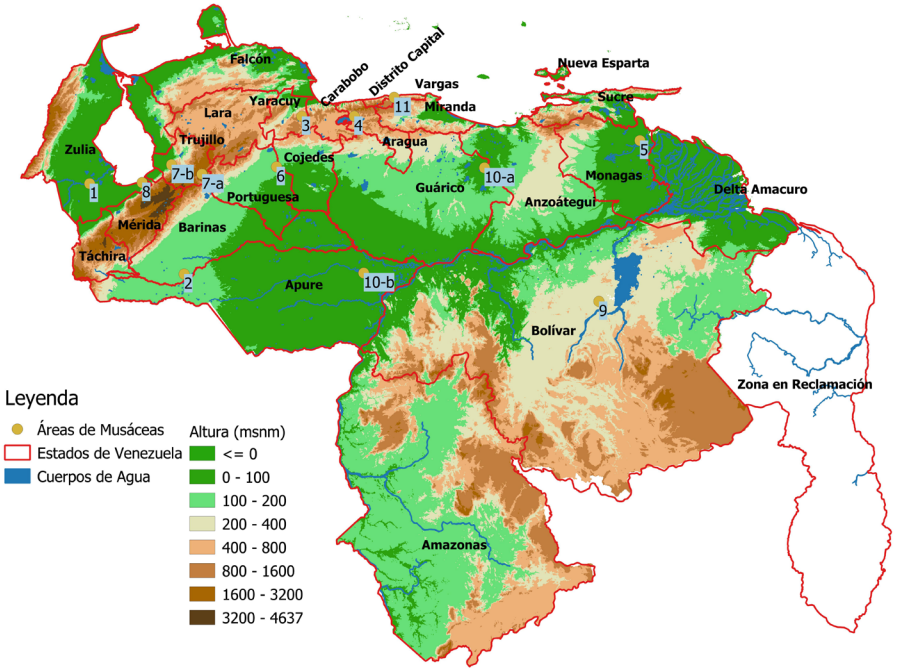

Figura 1. Relieve en las regiones productoras de musáceas de Venezuela: (1) Sur del Lago; (2) Sur Occidental; (3) Centro Occidental; (4) Central; (5) Oriental; (6) Eje Portuguesa – Cojedes; (7) Alta; (7a) Trujillo – Portuguesa; (7b) Monte Carmelo; (8) La Azulita – Caja Seca; (9) Bolívar; (10a) Anzoátegui - Guárico; (10b) Apure; (11) La Guaira.

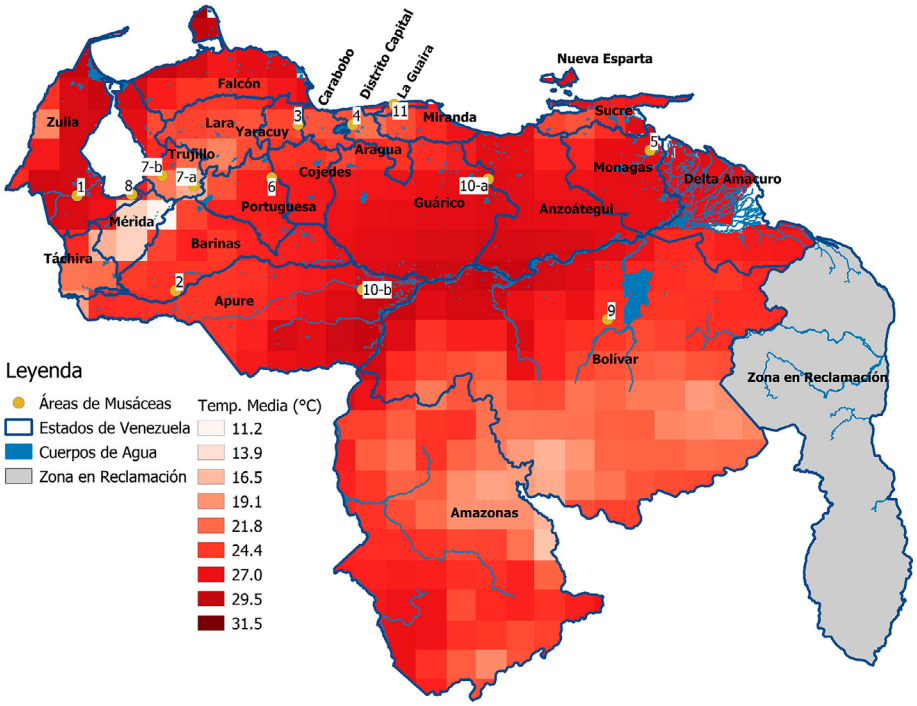

Figura 2. Temperatura media anual (2014 - 2018) en las regiones productoras de musáceas en Venezuela: (1) Sur del Lago; (2) Sur Occidental; (3) Centro Occidental; (4) Central; (5) Oriental; (6) Eje Porrtuguesa – Cojedes; (7) Alta; (7a) Trujillo – Portuguesa; (7b) Monte Carmelo; (8) La Azulita – Caja Seca; (9) Bolívar; (10a) Anzoátegui - Guárico; (10b) Apure; (11) La Guaira.

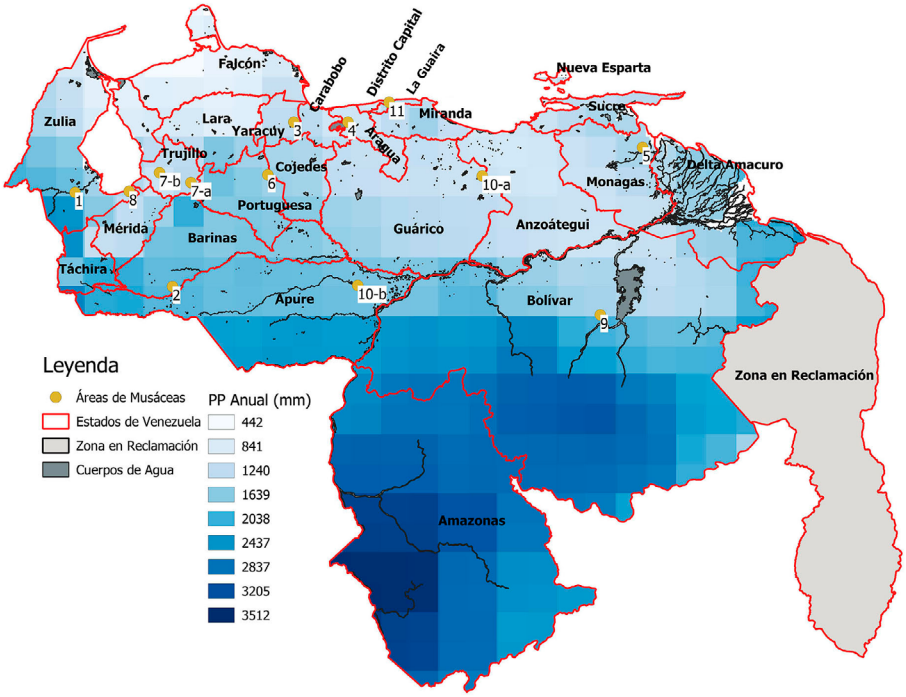

Figura 3. Precipitación media anual (2010 - 2018) en las regiones productoras de musáceas en Venezuela: (1) Sur del Lago; (2) Sur Occidental; (3) Centro Occidental; (4) Central; (5) Oriental; (6) Eje Porrtuguesa – Cojedes; (7) Alta; (7a) Trujillo – Portuguesa; (7b) Monte Carmelo; (8) La Azulita – Caja Seca; (9) Bolívar; (10a) Anzoátegui - Guárico; (10b) Apure; (11) La Guaira.

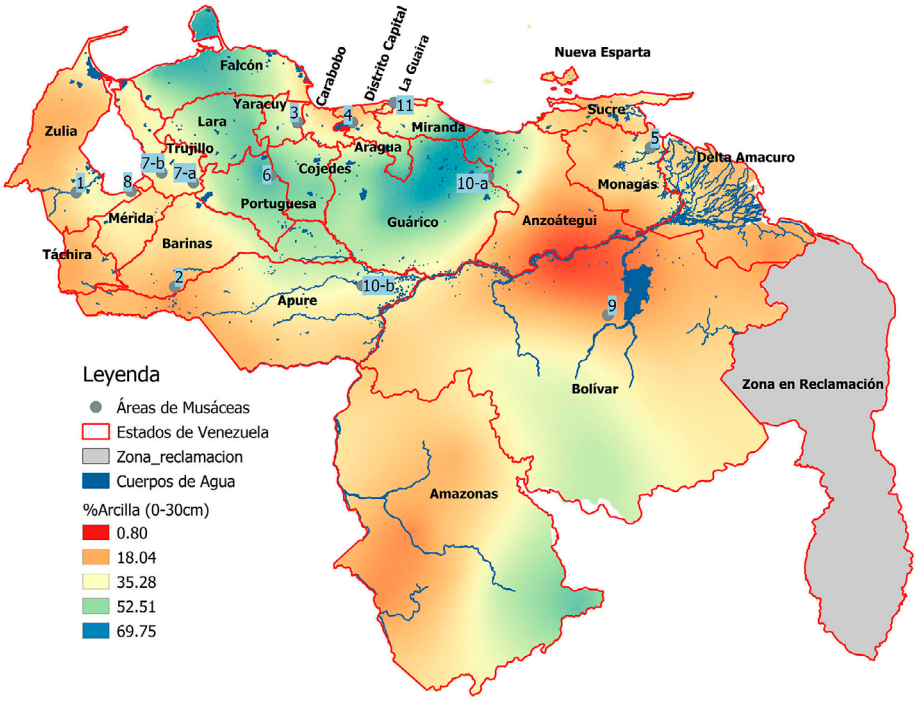

Figura 4. Contenido de arcilla (0 a 30 cm) en las regiones productoras de musáceas de Venezuela: (1) Sur del Lago; (2) Sur Occidental; (3) Centro Occidental; (4) Central; (5) Oriental; (6) Eje Portuguesa – Cojedes; (7) Alta; (7a) Trujillo – Portuguesa; (7b) Monte Carmelo; (8) La Azulita – Caja Seca; (9) Bolívar; (10a) Anzoátegui - Guárico; (10b) Apure; (11) La Guaira.

En las regiones Altas (7) y La Guaira (11), además de las fuertes pendientes y temperaturas comúnmente por debajo de 20 °C, la precipitación está entre 1.000 y 1.300 mm, con seis a siete meses húmedos, y los suelos son de texturas medias a pesadas (30 a 35 % de arcilla). La región Central (4), Centro Occidental (3) y Guárico-Anzoátegui (10a) son planas a onduladas (Figura 1) con una precipitación entre 900 y 1.400 mm y 6 meses húmedos, temperaturas entre 25 y 27 °C y de texturas medias a pesadas en la región Central (3) y Centro occidental (4) (25 a 35 % de arcilla) y pesadas en la región Guárico–Anzoátegui (mas de 40 % arcilla), ocurriendo problemas de drenaje a medida que los suelos son más pesados.

Finalmente la zona de La Azulita - Caja Seca (8) presenta suelos de textura media a pesada (30 a 35 % de arcilla), precipitaciones entre 1.000 a 1.300 mm, con una fuerte variación en la altura entre 70 (Caja Seca) y 1.100 m (La Azulita) con la subsecuente variación de temperatura entre 27 °C (Caja Seca) y 21 °C (La Azulita).

En términos generales, se puede indicar que en las áreas con alta precipitaciones y altas temperaturas, acompañadas de limitaciones en el drenaje, existen factores condicionantes para la eventual incidencia y severidad de enfermedades importantes. Labarca *et al*. (2011) señalan que entre las principales limitantes de la producción platanera en el Sur del Lago, han sido reportados el drenaje y la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). En estas condiciones, la incidencia de esta enfermedad, que normalmente tienen enorme potencial de daño, hace que este cultivo sea altamente dependiente de agroquímicos (Terán 2017).

Las condiciones descritas también pueden ser encontradas en las áreas de producción del estado Barinas, donde destacan los sectores Socopó y Obispos, como los máximos productores; de igual manera, los estados Miranda, Delta Amacuro, Yaracuy, Monagas y Bolívar. Mientras que los estados Aragua y Carabobo tienden a la producción de banano con condiciones agroecológicas específicas de altas temperaturas, humedad relativa menor de 77 %, periodo de lluvias estacionales y contenido de arcilla entre 25 y 35 %, que condicionan la prevalencia y dominio de la sigatoka amarilla y el complejo hongo-bacteria.

Especial atención merecen los estados Portuguesa y Cojedes, que se presentan como nuevas zonas de expansión de estos cultivos. Existen otras zonas como Monte Carmelo (Trujillo), Carayaca (La Guaira), Campos Elías (Trujillo) ubicadas por encima de los 700 m.s.n.m. en las cuales se pueden encontrar monocultivos de banano Cavendish. En estos lugares, la sigatoka negra en los últimos 10 años ha impactado los sistemas de producción, lo cual significa que el patógeno ha desarrollado la habilidad de adaptarse a diversas condiciones agroecológicas y con el tiempo se ha vuelto más agresivo. Esto dificulta su manejo e incrementa los costos de producción, coincidiendo con lo señalado por Orozco *et al*. (2013).

Principales clones cultivados en las zonas productoras de musáceas en Venezuela

Los clones cultivados en el contexto nacional varían en base a las preferencias y costumbres de cada sitio en particular, así como a su adaptabilidad para cada región de acuerdo a las condiciones agroecológicas existentes. De manera general, a nivel comercial la producción de musáceas comestibles en el país depende de los clones Plátano Hartón Gigante (*Musa* AAB, subgrupo Plantain) y Banano (*Musa* AAA, subgrupo Cavendish) donde destacan Pineo Gigante, Gran enano, Williams, Valery, entre otros, los cuales son cultivados en pisos altitudinales hasta los 700 m.s.n.m. Históricamente, ambos han sido producidos para el mercado local y exportación, pudiendo existir otros materiales que son cultivados en menor escala, y son indicados a continuación por grupo:

✓ **Plátano**

En las principales zonas productoras (Sur del lago, Barinas, Yaracuy y Miranda) se pueden encontrar otras variantes del clon Plátano Hartón Gigante tales como Hartón verde, Hartón negro, Hartón rojo, Hartón enano y Hartón morado, pertenecientes al mismo subgrupo y genoma. En los tres primeros, su nombre es atribuido por el color o manchas presentes en el pseudotallo, mientras que el morado obedece al color de sus dedos. El Hartón negro se puede encontrar en zonas con precipitaciones abundantes pero con marcado periodo de sequía (Navas 1997). De acuerdo a los productores entrevistados, el Hartón morado se utiliza como sombra en asociación con los cultivos de café y cacao, y sus hojas se utilizan como envoltura de hallacas mucho más que el uso de sus frutos debido que maduran con dificultad, textura dura y aspecto harinoso. Con respecto al plátano Hartón enano ha sido observado en reducidas áreas en el Sur del Lago, Monagas, Portuguesa y Barinas.

Otros clones como el plátano Dominico y Dominico-Hartón (también con genoma AAB), pueden ser encontrados en zonas altas por encima de 650 m.s.n.m., utilizados en asocio con otros cultivos y como sustento local. De igual manera, se pueden encontrar los tetraploides FHIA 20 y FHIA 21 (ambos con nominación *Musa* AAAB) utilizados a baja escala en el Sur del Lago, Barinas y Portuguesa.

✓ **Banano**

Los monocultivos instalados en extensas áreas en las principales zonas productoras utilizan como pilares fundamentales para su producción, clones del subgrupo Cavendish, señalados anteriormente. Por lo general se ubican en zonas altitudinales hasta los 600 m.n.s.m. en las regiones Sur del Lago, Central, Centro Occidental y Oriental. Sin embargo, se puede indicar que en los últimos años, se observa la introducción del tetraploide FHIA-17 (*Musa* AAAA) en el eje bananero del estado Aragua.

En áreas por encima de los 600 m.s.n.m. se pueden encontrar los clones 500, Chocheco, Lacatan, pertenecientes al subgrupo Cavendish con genoma AAA, y en escala muy reducida el clon Gros Michel o Cuyaco (subgrupo Gros Michel, *Musa* AAA), que también puede ser encontrados en zonas bajas.

✓ **Topocho (Bluggoe, *Musa* ABB)**

En este grupo se encuentran: 1) subgrupo Bluggoe, adaptados a diversas condiciones agroecológicas y su mayor importancia se evidencia en la región de los llanos donde su preferencia le confiere alto nivel de consumo, con predominio de los clones Topocho criollo y Tres filos, mientras que en zonas altas se pueden encontrar topocho tornasol y el topocho Ice Cream, entre otros; 2) subgrupo Pelipita, representado por el topocho Pelipita, que se ubica a nivel nacional hasta los 700 m.s.n.m.

✓ **Otros grupos**

Se pueden encontrar otros clones con poca significación en el contexto económico nacional pero con

diferentes grados de importancia en los sitios donde son cultivados por su preferencia entre consumidores y productores, pudiendo presentar distintos usos, y los mismos están representados por: 1) cambur Manzano (subgrupo Silk, *Musa* AAB), Titiaro (Subgrupo Sucrier, *Musa* AA), ambos para consumo como frutas; 2) Cambur morado y Cambur Injerto blanco (ambos subgrupo Red, *Musa* AAA); 2) Cambur negro o Criollo (Subgrupo Mutika/Lujugira, *Musa* AAA), utilizados como sombra en cultivos asociados de café o cacao, y por usar sus hojas para envolturas de hallacas (plato navideño en Venezuela); 3) Yagambi km 5 (Subgrupo Ibota, *Musa* AAA) de uso y consumo local, 4) Plátano Hawaiano (Subgrupo Maia maoli/Popoulu, *Musa* AAB), Mysore o Tigrito (Subgrupo Mysore *Musa* AAB), ambos de uso y consumo local. Todos esos materiales pueden ser encontrados en pisos altitudinales hasta los 700 m.s.n.m.

Principales problemas fitosanitarios en las regiones productoras de musáceas en Venezuela

La Figura 5, es producto de la información recabada en el instrumento aplicado a los productores para conocer el perfil del cultivo utilizado por ellos en su zona. En el mismo se puede observar que el complejo sigatoka (CS) es reportada en el 58 % de las regiones productoras bajo estudio, representando el primer problema fitosanitario en estos sistemas de producción, seguido por los problemas acarreados por la *Erwinia* con 21 %, el Complejo Hongo-Bacteria con 12 %, moko con 6 % y *Fusarium* (*Foc*) con 3 %. Cabe destacar que existe un margen diferencial amplio entre las limitantes fitosanitarias causadas por CS y el resto de las enfermedades.

La distribución de estos problemas fitosanitarios en regiones de producción de musáceas en Venezuela, se indica en la Figura 6. Se observa que en la región Sur del Lago, la sigatoka negra se presenta en mayor proporción con respecto al resto de las enfermedades, seguida por los casos reportados para *Erwinia* y *Fusarium*, considerándose el resto de las mismas en menor grado de importancia. La sigatoka negra aparece en el resto de la regiones, excepto en la Central, como el principal problema fitopatológico. Cabe destacar que en la región de Los Llanos esta enfermedad se presenta con rango diferenciales muy estrechos con respecto con los números de casos reportados para moko y sigatoka amarilla. En la región Central, a diferencia del resto de las regiones, la sigatoka amarilla conjuntamente con una nueva enfermedad denominada Complejo Hongo-Bacteria, representan las principales enfermedades en los cultivos, aun cuando la sigatoka negra está presente, pero su grado de ataque es atenuado por las condiciones ambientales existentes.

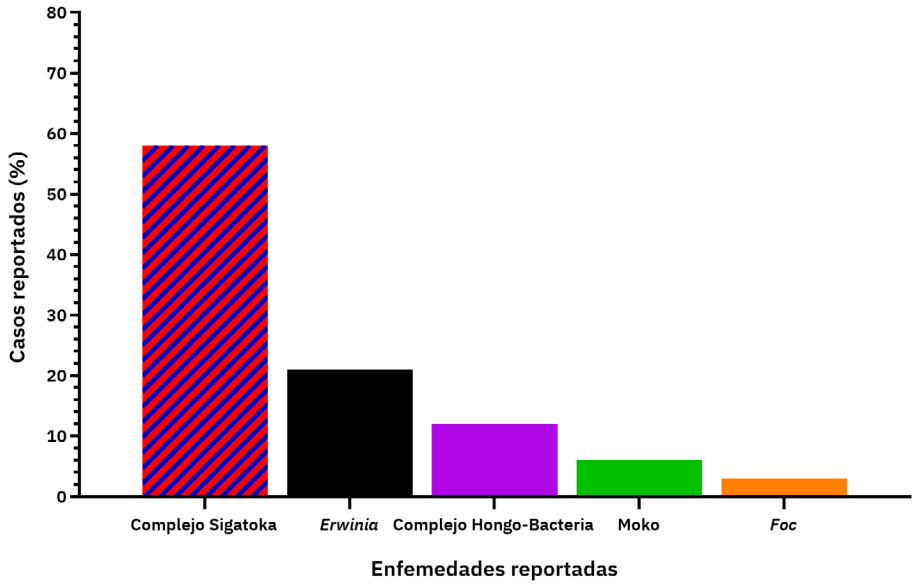

Figura 5. Enfermedades reportadas, expresadas en porcentaje (%), en las encuestas utilizada como instrumento para recabar información entre los productores. *Foc*: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1.

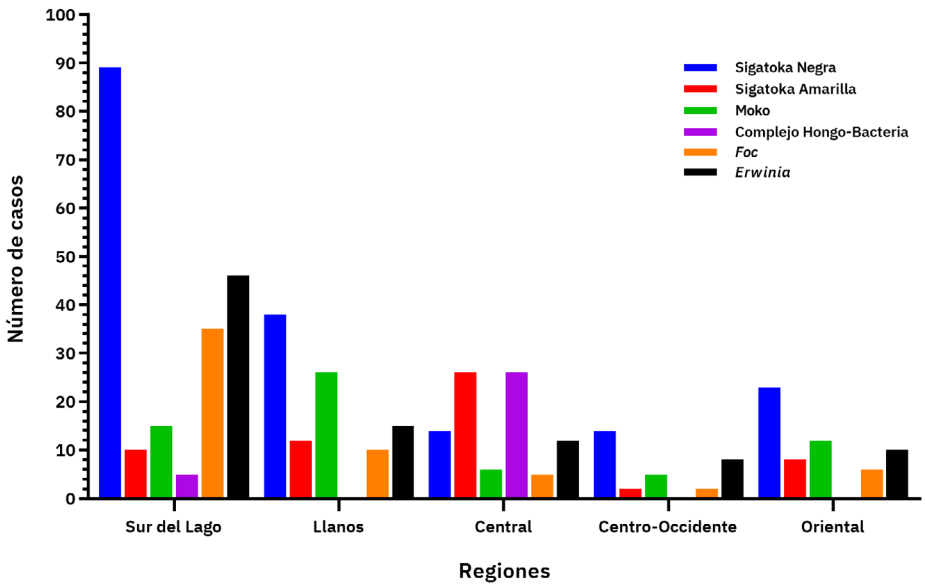

Figura 6. Distribución de los principales problemas fitosanitarios en las regiones de producción de musáceas en Venezuela. *Foc*: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1.

De igual manera, al analizar la presencia de las enfermedades por estado, se puede observar coincidencia con lo reportado en trabajos anteriores (Cuadro 2).

Descripción de los principales problemas fitopatológicos presentes en las musaceas en el país

A. Complejo sigatoka o manchas de las hojas por *Mycosphaerella* spp.

Conformado por las enfermedades sigatoka amarilla y sigatoka negra.

- **Sigatoka amarilla**
  - **Patógeno:** Causada por el hongo *Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder (anamorfo *Pseudocercospora fijiensis* Deighton). Es originaria del sudeste asiático e identificada por primera vez en la isla de Java en el año 1902. De acuerdo con

Cuadro 2. Distribución de las principales enfermedades de las musáceas en Venezuela.

Enfermedad	Estado	Fuente de Información
Sigatoka amarilla	Aragua	Martínez *et al.* 2000
Sigatoka negra	Barinas, Portuguesa, Yaracuy, Zulia	Martínez *et al.* 2000
Complejo Hongo - Bacteria	Aragua, Zulia	Pizzo 2013, Rumbos *et al*. 2016, Martínez *et al*. 2016
Pudrición del pseudotallo	Aragua, Trujillo	Ordosgoitti 1999. Observaciones propias.
Hereque o moko	Yaracuy	Ordosgoitti 1999, Vivas *et al*. 2009. Observaciones propias.
Marchitez por *Fusarium*	Aragua, Barinas, Bolívar, Cojedes, Miranda, Monagas, Portuguesa, Sucre, Trujillo, Yaracuy, Zulia	Rodríguez 2000, Guédez y Rodríguez 2004, Rodríguez *et al*. 2006, Porteles *et al*. 2015. Observaciones propias.

Nava (2002), su reporte en Venezuela data entre 1930 a 1933.

- **Síntomas**: Las plantas afectadas con esta enfermedad presentaron como síntomas iniciales; pizcas de color amarillo pálido en las hojas, visibles solamente al trasluz, siempre en sentido paralelo a las venas de las hojas, las cuales aumentan de longitud hasta convertirse en estrías amarillas visibles a simple vista. Posteriormente se forman manchas maduras rodeadas de un halo amarillento. En estados avanzados de la enfermedad se pudo evidenciar pérdida de área foliar al unirse muchas manchas y formar parches totalmente necróticos y secos, con centro gris. Estas observaciones coinciden por las señaladas por Ordosgoitti (1999). Muestras procesadas en laboratorio evidenciaron rasgos morfológicos semejantes al agente causal, concluyendo que se trataba de sigatoka amarilla.
- **Distribución**: Puede estar presente en todo el territorio nacional, coexistiendo con la sigatoka negra, pero dada la alta agresividad de esta última hace que su efecto sea atenuado, excepto en el estado Aragua, donde existe precipitación cercana a 1.000 mm.año^{-1}, humedad relativa cercana a 74 % y altas temperaturas, lo cual favorece la existencia de alta presión de su inóculo, afectando la población de sigatoka negra (Martínez *et al*. 2000).
- **Impacto de la enfermedad**: Los daños causados están en relación directa con la cantidad de manchas ocasionadas en el follaje, que en condiciones de alta severidad e incidencia conllevan a grandes pérdidas a nivel comercial, debido a mala formación de racimos (disminución considerable de atributos de calidad como calibre, peso, tamaño, madurez prematura), comparables a los causados por la sigatoka negra en otras condiciones agroecológicas (Ordosgoitti 1999, Nava 2002).
- **Manejo**: Depende en gran medida de aplicaciones de productos químicos, que por lo general tiene mucha semejanza con los utilizados para el control de sigatoka negra, pero en menor frecuencia.

- **Sigatoka negra**

- **Patógeno**: Causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*. Se reporta su origen en las islas Salomón-Nueva Guinea, sin embargo su primer registro fue también en las islas Fiji en el año de 1963 (Orozco *et al*. 2013). Se reporta por primera vez en Venezuela en 1991 (Martínez *et al*. 2000).
- **Síntomas**: Las plantas con síntomas típicos de la enfermedad evidenciaron como primera manifestación; pizcas de color oscuro, visibles solo al trasluz en el envés de las hojas, las cuales se van alargando hasta formar estrías con definición de color marrón oscuro o casi negro, siendo visibles en la parte superior de la hoja. Posteriormente se ensanchan y toman una forma elíptica, convirtiéndose en manchas con centro marrón oscuro o negro y rodeado de un borde oscuro, de aspecto húmedo. Luego el centro de la mancha se deprime, tornándose gris y seco.

  Se observó que la unión de numerosas manchas provocó fuerte necrosis en las hojas que origina reducción en la actividad fotosintética con la consecuente disminución de la producción, calidad del producto final, e inclusive muerte de la planta. Esta sintomatología fue reportada por Martínez et al. 2000, quienes además indican que el patógeno es capaz de producir gran cantidad de ascosporas y conidios. Estos últimos son muy abundantes en el envés de la hoja, pudiendo desarrollar un patrón de infección a lo largo de la nervadura principal que dificulta su control y lo hace muy costoso.
- **Distribución**: Está presente en todo el territorio nacional y su agresividad guarda estrecha relación con las condiciones climáticas existente en cada zona. Se observa mayor severidad en zonas plataneras y bananeras por excelencia donde la precipitación es mayor de 1.500 mm.año^{-1}, humedad relativa de 80 a 82 %, y temperatura promedio 28 °C (Martínez *et al*. 2000).
- **Impacto de la enfermedad**: Es una de las limitantes para la exportación hacia los países miembros de Mercosur, considerando que su exigencia fitosanitaria establece que los frutos de banano provengan de estados o áreas o lugares libre de *M. fijiensis* (MPPAT 2016).

- **Manejo**: Su manejo hasta ahora ha dependido en gran medida del uso de fungicidas y se apoya en algunas prácticas de cultivo orientadas a proporcionarle los nutrientes y agua necesaria para tener plantas vigorosas, así como otras dirigidas a reducir las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad y disminuir las fuentes de inóculo del hongo causante de la misma (Orozco *et al*. 2013).

  Los fungicidas utilizados de acuerdo a su modo de acción son de contacto o protectantes, de acción sistémica local y fungicidas sistémicos. Como complemento de la mayoría de los fungicidas (principalmente sistémicos) se utiliza el aceite agrícola, el cual posee un efecto fungistático y ayuda a una mejor penetración, distribución y permanencia en el tejido foliar del fungicida aplicado (Orozco *et al*. 2013). Debido a la capacidad del patógeno de desarrollar resistencia a estos productos químicos se desarrollan programas de aplicación rotativa (Martínez *et al*. 2000, Orozco *et al*. 2013).

  Lo más recomendable para el control del complejo sigatoka (*M. fijiensis* y *M. musicola*), sería el manejo integrado de plagas y de cultivos; combinando diferentes estrategias como el deshoje fitosanitario, manejo de densidades de población, siembras escalonadas durante todo el año, deshije eficiente, métodos de riego, aplicaciones y rotación de fungicidas y plaguicidas, fertilización, control de malezas, entre otros manejos (Terán 2014).

  De acuerdo a las visitas de campo en las zonas productoras, se pudo observar que en algunos sitios se realizan podas drásticas eliminando hojas con baja severidad que aún pueden contribuir a la formación del racimo, originando efectos más perjudiciales que los causados por la enfermedad. Las plantas requieren un mínimo de ocho hojas para la formación de un racimo comercial, de tal manera, que al ser sometidas a la drástica poda, suelen quedar con cuatro o cinco hojas, lo que genera un desarrollo débil del pseudotallo y la producción de racimos de bajo peso.

***B. Erwinia* o pudrición del pseudotallo**

- **Patógeno**: Causada por la bacteria *Erwinia carotovora*. Reportada por primera vez en Venezuela en 1970, en la región Sur del Lago, y de acuerdo a pruebas de patogenicidad el ataque del patógeno fue más severo en plantas con genoma balbisiana (AAB, ABB) en comparación con genoma AAA (Ordosgoitti 1999).
- **Síntomas**: Se observó en varias de las localidades visitadas, manchas de aspecto blando y color oscuro. Estas manchas en la mayoría de los casos se presentaron a la altura media del pseudotallo. En estado avanzado de la enfermedad, las manchas se extienden a lo largo del pseudotallo, pudiéndose presentar exudado oscuro o incoloro de olor fétido característico de enfermedades bacterianas. En la medida que se desarrolla y avanza la enfermedad, puede penetrar hacia tejidos internos debilitando la planta y ocasionando que la misma se doble, lo cual es facilitado por efecto del viento o peso del racimo. Los frutos no presentaron ningún daño. Estos síntomas también fueron señalados por Ordosgoitti (1999) y Nava (2002).
- **Distribución**: Ordosgoitti (1999), señaló que esta enfermedad es común en la región Sur del Lago, donde actualmente (de acuerdo a oficinas regionales relacionadas con el agro) se han indicado severos ataques en plantaciones comerciales de plátano y banano, y en menor frecuencia en Miranda (Barlovento), Sucre (Cariaco) y Barinas (Socopó y Obispos). Su incidencia y agresividad, están condicionadas por la temperatura, humedad relativa, precipitación, y alternancia de periodos alargados de sequía y de lluvias. De acuerdo a observaciones de productores, la misma podría estar asociada a desbalance nutricional y prolongados periodos de sequía.
- **Impacto de la enfermedad**: La enfermedad se ha extendido seriamente en las plantaciones al no ser aplicadas las medidas necesarias para su control. Afecta la producción al ocasionar plantas dobladas en el punto medio del pseudotallo con racimo de poco peso, inmaduro o mal formados (Navas 1997, Navas 2002).

- Manejo: Las condiciones que favorecen la enfermedad son alto contenido de materia orgánica, mal drenaje, inundaciones, periodos prolongados de sequia alternados con lluvias, altas temperaturas, desbalance nutricional en la planta. Por cuanto las medidas culturales deben estar orientadas hacia las correcciones de esos factores. Adicionalmente, se recomienda la eliminación de plantas afectadas *in situ* con cortes en secciones pequeños de la planta y aplicación de cal en el sitio y restos vegetales. Rotación de cultivo en sitios afectados o siembra de musáceas después de cuatro meses (Navas 1997, Ordosgoitti 1999).

C. Complejo Hongo-Bacteria (antes llamado "Falso Mal de Panamá")

- **Patógeno**: De acuerdo a resultados de laboratorio, las muestras de tejido vegetal, revelaron presencia de bacterias de los géneros *Erwinia* y *Pectobacterium*, y de los hongos *F. moniliforme*, *F. oxysporum* y *F. solani* (Pizzo *et al*. 2013, Martínez *et al.* 2016). Sabadell (2003) señala a *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum* y *F. subglutinans*; y los géneros bacterianos, *Erwinia*, *Pseudomonas*, y *Xanthomonas*, como agentes asociados al Falso Mal de Panamá en banano.

- **Síntomas**: Se pudo observar en las plantas evaluadas, que los síntomas se pueden presentar al momento de la floración, en periodo de formación de racimo, en edad juvenil (entre cinco a seis meses), y en plantilla (tres meses). Su forma de dispersión dentro de la plantación, no presento un patrón definido; debido que se puedo encontrar plantas con síntomas visibles, rodeadas de plantas con aspectos sanas, sin síntomas.

  Indistintamente de la edad de las plantas, la enfermedad inicia, con clorosis leve en las hojas bajeras, con ascendencia hacia las más jóvenes. Dicha clorosis se torna amarillo intenso (en ocasiones con tonos anaranjados), avanzando hacia el peciolo. Seguidamente, a lo largo de todo el borde de la hoja, se origina una coloración oscura de aspecto seco y aserrado. En la medida que se desarrolla la enfermedad, tanto la clorosis como los bordes oscuros, avanzan hacia el peciolo, logrando cubrir toda la superficie foliar, originando que las hojas queden totalmente secas y colgadas.

  En estados avanzados de la enfermedad, se pudieron evidenciar grietas longitudinales, ascendentes, cerca de la base del pseudotallo, de aspecto húmedo, con presencia de fluidos acuosos de mal olor que contribuye al debilitamiento de la planta, y consecuente caída de la misma, al volcarse sobre la lesión avanzada. Al realizar un corte transversal en la parte superior de esta lesión, se pudo observar, pequeñas áreas oscuras, que en estado avanzado, se unen, y abarcan mayor área. En algunos casos, fue evidente la presencia de filamentos vasculares de color rojo vino, o manchas marrones y filamentos blancos viscoso. Mientras que el cilindro central no presentó ninguna anomalía, coincidiendo por lo señalado por Martínez *et al*. (2016).

- **Distribución**: Su mayor incidencia se indica en el eje bananero del estado Aragua, aun cuando Rumbos *et al*. (2016), indicaron la presencia de bacteria del género *Pectobacterium*, en plantas de plátano Hartón en la región sur del lago, con síntomas de enfermedad, además de los hongos *F. moniliforme* y *F. oxysporum*.

- **Impacto de la enfermedad**: De acuerdo a información recabada entre productores del eje bananero del estado Aragua, el número de plantas afectadas, con esta sintomatología, se ha incrementado considerablemente, en los últimos años, expresado en una reducción significativa de la superficie sembrada, que incide directamente en la producción de banano en la región.

- **Manejo**: Basado en la información suministrada por los productores, se evidenció poco conocimiento sobre la enfermedad, por cuanto las medidas a ser adoptadas han sido deficientes, con fallas en la desinfección de las herramientas utilizadas, calzados del personal que labora en la unidad de producción por la ausencia de pediluvios, desconocimiento de la procedencia y condiciones sanitarias del material de siembra.

  Martínez *et al.* (2016), indican como factores que favorecen este tipo de enfermedad, suelos pesados, exceso de agua (mal drenaje), baja calidad del material de siembra, desbalances de nutrimentos, que podrían estar relacionados con la condición natural de los suelos y fallas en los ciclos de fertilización, coincidiendo con Sabadell

(2003), quien además sugiere, que en el caso de la enfermedad "Falso Mal de Panamá", pueden estar involucrados otros factores abióticos como compactación y bajas temperatura en los suelos, hipoxia y bloqueo en la absorción de nutrientes.

Las estrategias deben estar dirigidas a: buena preparación y manejo del suelo para promover el vigor de las raíces (Román 2012). Previa eliminación de todo foco de infección *in situ*, y aplicar sulfato de cobre o afines para disminuir la presión de inoculo, seguidamente se recomienda la siembra de leguminosas y su incorporación; así como el uso de consorcios microbianos para la recuperación de la microflora del suelo (Martínez *et al*. 2016). Todo ello acompañado de la implementación de medidas de de bioseguridad.

D. Hereque o moko

- **Patógeno**: Enfermedad causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum*, fitopatógeno de hábitat natural del suelo, presente en todos los continentes. En recientes evaluaciones de patogenicidad y estudios genéticos, se ha demostrado que muchas cepas de la bacteria evolucionan en lugares muy diferentes y tienen la capacidad de permanecer en la flora nativa, en la materia orgánica del suelo o en hospedantes alternos (Álvarez *et al*. 2013). Se ha observado en topocho criollo, cambur manzano y poco frecuente en plátano.
- **Síntomas**: Se observó marchitamiento en las hojas bajeras, que inicia con amarillamiento progresivo que se va acentuando y con sentido ascendente hacia las hojas superiores. En la medida que se desarrolla la enfermedad las hoja severamente afectadas se doblan en la base del peciolo, quedando colgadas y adheridas a la planta, momento en el cual podrán ser confundidas con síntomas de causadas por *Fusarium*.

  Internamente los tejidos vasculares se tornan necróticos, especialmente aquellos localizados en la zona central del pseudotallo, siendo visible exudados con mal olor. En plantas con racimo se pudo evidenciar algunos dedos con maduración precoz con pulpa negra u oscura, en varios casos, pudrición seca o momificada, coincidiendo con lo señalado por Ordosgoitti (1999), Nava (2002) y Álvarez *et al*. (2013). Los resultados de laboratorio de muestras analizadas revelaron la presencia de *R. solanacearum.*
- **Distribución**: A diferencia de las anteriores, puede encontrar en cualquier parte del país, sobre todo en sitios con problemas de drenaje. De acuerdo con los productores, ha sido observada en Sur del Lago, Aragua, Barinas, Miranda y Tucupita, en clones de topocho criollo y plátano Hartón.
- **Impacto de la enfermedad**: Aun cuando es catalogada como una enfermedad grave en muchos países tropicales y subtropicales, constituyendo uno de los problemas fitosanitarios más limitantes en América Latina y el Caribe, después de la sigatoka negra (Álvarez *et al*. 2013), afortunadamente en Venezuela, no representa tal amenaza, sin que ello implique ignorar su peligro potencial (Ordosgoitti 1999).
- **Manejo**: Su incidencia y agresividad tiene comportamiento similar a la curva de precipitaciones, por cuanto a mayor valores mayor efecto de la enfermedad. Puede vivir en condiciones adversas en la rizósfera del suelo y de planta por cierto tiempo, incluso en malezas hospederas, lo cual favorece el incremento de su población virulencia en épocas húmedas (Vivas *et al*. 2009).

  Su manejo está basado en prácticas culturales referidas a la eliminación in situ de plantas afectadas con uso de herbicidas sistémicos, con anillos de seguridad en un radio de 4 m (eliminación de plantas vecinas en esa área), aplicando cal en dicha zona y no sembrar musáceas durante cuatro meses (Ordosgoitti 1999, Álvarez *et al*. 2013).

E. Marchitez por *Fusarium*

- **Patógeno**: La enfermedad es causada por el hongo *F. oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*), de la cual se conocen tres razas que afectan las musáceas: la Raza 1, que ataca principalmente a los cultivares Cuyaco (Gros Michel) (AAA) y Manzano (Silk) (AAB); la Raza 2, que afecta topocho (Bluggoe) (ABB); la Raza 4 a los bananos del grupo Cavendish y a los materiales susceptibles de las razas 1 y 2. De esta última, se distinguen la Raza 4 Subtropical (R4ST), encontrada en Australia, Sur África e Islas Canaria; y la Raza 4 Tropical (R4T), reportada, originalmente en parte del Sur Este de Asia.

Actualmente se encuentra extensamente distribuida en el Sur de Asia (Vietnam, Laos, India, Paquistán), en el Oriente Medio (Líbano, Omán, Jordania, Paquistán, Israel), en África (Ploetz 2015, Ploetz *et al*. 2015, Dita *et al.* 2018), y recientemente, en Colombia (García-Bastidas *et al*. 2019). Del patógeno se conocen 24 grupos de compatibilidad vegetativa (GCV) (Ploetz y Correll 1988), de los cuales en Venezuela se han identificado tres (0120, 01215 y 01222) que no tienen relación con las razas (Rodríguez *et al.* 2006, Rodríguez 2009). Otros aislamientos no han podido ser asignados a ningún GCV (Porteles *et al*. 2015).

- **Síntomas**: Plantas enfermas se caracterizan por presentar amarillamiento y marchitamiento de las hojas, comenzando por las bajeras, y avanzando hacia la del ápice; las hojas quedan adheridas al pseudotallo. En el pseudotallo pueden formarse grietas longitudinales en la base, notándose la separación de las vainas; un corte transversal de éste muestra anillos concéntricos necróticos, de color marrón y el centro blanco, sin lesiones (Guedez y Rodríguez 2004).

- **Distribución**: La marchitez por *Fusarium* se ha encontrado en todas las zonas productoras de musáceas donde se cultive Manzano o Topocho (Cuadro 2), ya sea como cultivos extensivos o como plantas individuales conjuntamente con otros cultivares o en el patio de las casas. Se ha reportado su presencia desde el nivel del mar (en la zona Sur del Lago de Maracaibo, estado Zulia) hasta los 800 m.s.n.m. (vía a Ocumare de la Costa, estado Aragua) (Rodríguez *et al*. 2006). La mayoría de los suelos cultivados con musáceas son de textura media a pesada, los cuales son propicios para el desarrollo de la enfermedad.

- **Impacto de la enfermedad**: El impacto de la enfermedad depende del tamaño de la plantación y de la calidad del material de siembra. A finales de la década de los años 90 había unas 1.500 ha sembradas con Manzano en la zona baja del estado Trujillo y el municipio Baralt del estado Zulia (para mercado nacional e internacional), de las cuales el 80 % estaba afectado por marchitez por *Fusarium*; esta situación se originó por el uso de semilla infectada (Rodríguez 2000) y llevó a la destrucción total del comercio de exportación. El uso extensivo de semilla infectada quedó demostrado al encontrarse que toda la población de *Foc* pertenecía un solo GCV, el 01215 (Guédez y Rodríguez 2004). La amenaza potencial de la enfermedad aún sigue vigente debido a la naturaleza compleja del hongo, pudiéndose instalar nuevamente con carácter epidémico, si las condiciones de cultivo anteriores se repiten.

- **Manejo**: El manejo efectivo de la enfermedad se ha logrado con el uso de cultivares resistentes, desde que en los años 50, el cultivar de exportación Gross Michel fue sustituido por Cavendish, debido a la epidemia causada por *Foc* Raza 1 (Ploetz 2006). Sin embargo, no existe un sustituto con las mismas características del Manzano, por lo que su destrucción por *Fusarium* lleva a los agricultores a rotar con cultivares como el Plátano, Topocho, Cavendish o alguno de los FHIA (AAAA), incluso algunos productores están intentando el uso de Titiaro (Lady finger) (AA). Además de la rotación, algunos agricultores de la zona baja del estado Trujillo utilizaron la distancia de siembra como una vía para retrasar la infección; otros convirtieron el cultivo en ciclos anuales con un manejo intensivo de los recursos; estas prácticas no fueron suficientes debido a que se utilizaba la misma semilla infectada.

  El control preventivo de la enfermedad debe incluir el uso vitroplantas para el inicio de plantaciones, enmiendas orgánicas recuperadoras de la biología del suelo (suelos supresivos), agentes biológicos para la protección, como *Trichoderma* spp., *F. oxysporum* no patogénico; manejo eficiente de agroquímicos, prácticas de desinfección de herramientas de trabajo, control de ingreso del personal (Dita *et al.* 2018).

F. Otros:

Otras enfermedades de menor importancia e impacto económico que fueron registradas en muy baja proporción, pueden ser encontradas en diferentes zonas. Entre los virus se puede indicar que hasta el año 1995 solo había sido reportado la presencia de la clorosis infecciosa o mosaico del pepino (CMV), es causada por un cucumovirus que tiene la particularidad de causar mosaico en la nervadura principal,

generalmente cerca de la base (Ordosgoitti 1999), y Banana Streak Virus (BSV) es causado por un badnavirus, que puede presentarse como rayas o estrías cloróticas, continuas o interrumpidas, esparcidas o concentradas en algunas áreas de las hojas, que progresivamente se vuelven necróticas, produciendo un aspecto de estriado de color marrón oscuro o negro en las hojas (Garrido *et al*. 2005).

De igual manera se pueden encontrar otras causadas en su mayoría por hongos como mancha cordana (*Cordana musae*), mancha aceitosa (*Veronea musae*), salpicado de la hoja (*Periconiella musae*), pudrición seca del pseudotallo (*Marasmiellus troyanus*), las cuales son señaladas por la literatura sin importancia económica y distribuidas de manera ocasional en todo el país (Ordosgoitti 1999).

Amenazas potenciales para las musáceas en el mundo

La producción de las musáceas comestibles implica varios ciclos de producción, que las definen como plantaciones permanentes y/o semipermanentes, y dada la naturaleza policíclica de muchas enfermedades hace que se encuentren constantemente amenazados (Martínez *et al*. 2020). Estos diversos sistemas de producción dependen en esencia de las variaciones climáticas a través del tiempo, al generarse cambios en el patrón y comportamiento de muchas plagas y enfermedades, que al combinarse con la estrecha base genética de las musáceas, pasan a ser las principales limitaciones que conllevan a pérdidas de rendimiento y baja productividad (Canché *et al.* 2015).

El estrés biótico originados por enfermedades emergentes, continúa afectando estos sistemas de producción en diversas regiones, causando daños parciales o destrucción total de los campos, y representan una amenaza considerable para la seguridad alimentaria del país, donde la producción de musáceas comestibles depende de dos clones en particular: Plátano Hartón y clones del subgrupo Cavendish, por cuanto su monitoreo y vigilancia pasa a ser una prioridad.

La detección temprana de enfermedades a través de inspecciones de campo requiere mucho tiempo e inversión, siendo necesario el uso de nuevas herramientas y técnicas que permita rápido y seguro diagnóstico con alto grado de precisión, a bajo costo y en tiempo real. Los vehículos aéreos no tripulados y los satélites con la capacidad de capturar gran cantidad de imágenes aéreas espectral-temporales de alta calidad se están convirtiendo en la última tecnología que permite determinar parámetros biofísicos y bioquímicos de los cultivos, y monitoreo sobre su estado fitosanitario, a fin de evaluar el rendimiento, la salud y la valoración económica del cultivo (Selvaraj *et al.* 2020).

La capacidad de capturar las diferencias fenotípicas de los cultivos en este complejo sistema multidimensional es necesaria para comprender mejor las interacciones huésped-patógeno, monitorear la salud de los cultivos a diferentes escalas y desarrollar estrategias de manejo (Selvaraj *et al*. 2020), para poder enfrentar amenazas potenciales. como las que se indican a continuación:

1. Marchitez por ***Fusarium*** Raza 4

   Causada *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, raza 4 tropical (*Foc* R4T). Debido que este hongo puede sobrevivir en el suelo por más de 20 años, la mayoría de las medidas de control se hacen ineficientes. Por consiguiente, muchas unidades productivas afectadas no pueden ser utilizadas para la siembra de clones susceptibles a esta raza, lo cual conlleva a que su siembra sea realizada en aéreas nuevas, reduciéndose a largo plazo la disponibilidad de las mismas y consecuentemente reducción drástica de la producción.

   Actualmente bananos del subgrupo Cavendish cubren la mayor área global y el mercado internacional, por cuanto la continua dispersión de *Foc* R4T, con su potencial efecto perjudicial sobre estos clones susceptibles, se conjugan sobre la premisa que los factores que contribuyeron con la expansión de la R1 (monocultivo, deficientes sistemas de vigilancia, ausencia de clones resistentes), están vigentes para su diseminación, creando enorme presión sobre las agencias de protección vegetal para limitar las nuevas incursiones (Dita *et al*. 2020, Martínez *et al*. 2020, Magdama *et al*. 2020).

   Para los pequeños productores de la región de LAC, que carecen de medios necesarios para mantener sus operaciones frente a las pérdidas de rendimiento y el aumento de los costos de producción, esta enfermedad representa gran amenaza potencial, y motivo de preocupación al ser detectada por primera vez en el continente americano (Colombia)

en julio de 2019, activando toda la región de América Latina y el Caribe (FAO 2019, Martínez *et al*. 2020).

Las medidas de exclusión han cobrado gran importancia para minimizar el riesgo de implantación, que incluye planes de contingencia, la armonización de protocolos de diagnóstico entre laboratorios, la construcción de un marco legal y la sensibilización a través de campañas educativas apoyadas por los organismos nacionales de sanidad vegetal. Sin embargo, los esfuerzos para desarrollar bananos resistentes para R4T y la implementación de medidas de bioseguridad desde las fronteras del país hasta las puertas de las granjas siguen siendo engorrosos (Magdama *et al*. 2020).

En consecuencia, la bioseguridad juega papel importante mientras se desarrollan estrategias de control a largo plazo. Para ello el estudio de las poblaciones de patógenos es un paso esencial para el despliegue de estrategias de manejo adecuadas, incluida la selección de cultivares resistentes, el desarrollo de herramientas de diagnóstico y la implementación de regulaciones de cuarentena transfronterizas (Magdama *et al.* 2020).

2. Banana bunchy top virus (BBTV)

Es la enfermedad viral más importante y amenaza latente para el género *Musa*. Actualmente afecta muchas áreas del Sureste de Asia, pudiendo generar pérdidas hasta del 100 % (Qazi 2016). No hay registros del mismo en el Nuevo Mundo, excepto en Hawai (Blomme *et al*. 2013, Qazi 2016). Es transmitido por *Pentalonia nigronervosa*, a través de material vegetal infectado (retoños y cormos) utilizados para la siembra.

Como excelente estrategia de control, el uso de plantas *in vitro* es considerada como la mayor fuente de material de siembra libre de virus. Su control es muy difícil una vez establecida. Otras alternativas a ser evaluadas es el uso de plantas transgénicas con resistencia a BBTV han sido probadas en Australia, Hawái e India utilizando el enfoque de resistencia derivada de patógenos. (Qazi 2016). No obstante, en muchos países incluyendo Venezuela no está autorizado el uso de estos materiales.

3. Marchitamiento por *Xanthomonas (Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*)

Enfermedad de origen bacterial que puede atacar todos los cultivares de *Musa* especialmente clones con genoma ABB, pudiendo generar pérdida total del rendimiento, y comprometiendo severamente la seguridad alimentaria de países afectados. Desde el año 2001 se ha extendido en Uganda, Congo, Ruanda, Tanzania, Kenia y Burundi (Blomme *et al*. 2017).

4. Enfermedad sangrado del banano (*Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis*)

Causada por una bacteria. Se observó por primera vez en 1920 en la isla Salayar (cerca de Sulawesi), y se reportó en 1980 en Java, y ha continuado su propagación a la mayoría de las islas más grandes de Indonesia, donde las pérdidas de rendimiento promedio van en aumento (Blomme *et al.* 2017). La enfermedad se está extendiendo actualmente en Malasia peninsular, donde coexiste con las enfermedades de marchitez de Moko y *Fusarium*, de igual manera en Nueva Guinea y en Java Occidental, donde se registró pérdida de plantaciones (Blomme *et al.* 2017).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que los principales problemas fitopatológicos actuales en musáceas comestibles en Venezuela, obedecen en primer lugar a la incidencia del complejo sigatoka. Se destacan los casos reportados para la sigatoka negra en la mayor parte del territorio nacional con énfasis en las zonas productoras de la región Sur del Lago de Maracaibo, Barinas y Miranda, lo cual está muy relacionado con las altas temperatura y precipitaciones presentes. En segundo lugar se puede señalar la presencia de *Erwinia*, con una diferencia notable con respecto a la posición de sigatoka, y en tercer lugar está representado por el complejo hongo-bacteria. El resto de las enfermedades se presentan en menor proporción.

La sostenibilidad de la producción de las musáceas comestibles, de acuerdo a la información recabada entre los productores, se encuentra comprometida al limitarse el suministro de insumos necesarios para este fin, lo cual a su vez incidirá en las acciones empleadas para la prevención y/o control de

enfermedades presentes, y crear respuestas rápidas y oportunas ante eminentes amenazas potenciales.

Entre las enfermedades emergentes definidas como amenazas potenciales para los sistemas de producción de musáceas en el país, a corto y mediano plazo, la marchitez por *Foc* R4T representa el mayor peligro, por la cercanía del reciente foco de infección en el continente americano. No obstante, especial atención merece el virus Banana bunchy top catalogada como la enfermedad viral más importante y amenaza latente para el género *Musa*. Esta podría presentar un movimiento transcontinental en cualquier momento, al pasar inadvertidamente todos los dispositivos de control implementados a nivel internacional, que actualmente están dirigidos hacia *Foc* R4T. Debido a esto se hace necesario ampliar los rangos de seguridad portuarias.

La marchitez por *Foc* R4T es la principal amenaza para estos cultivos en el continente, por cuanto es considerada como plaga cuarentenaria. Venezuela se ha planteado la ejecución de acciones, por parte del ente rector INSAI, orientadas hacia la consolidación de un plan de contingencia que involucra vigilancia permanente en áreas colindante con fronteras. Así mismo, inspecciones en distintos puntos estratégicos para determinar el estado fitosanitario de las musáceas en tiempo real y poder afrontar con tiempo, algún posible brote de esta enfermedad, control de movimientos internos de material vegetal, mediante las guías de movilización fitosanitaria. Igualmente el monitoreo constante en puertos y aeropuertos en atención a medidas regulatorias que prohíben la entrada de materiales vegetales de musáceas sin los debidos permisos. Esto para resguardar la integridad sanitaria de las musáceas, en relación a plagas cuarentenarias como *Foc* R4T y BBTV. Adicionalmente es importante la ejecución de campañas divulgativas, para socializar aspectos inherentes a estas amenazas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda fomentar la producción y uso de vitroplantas como vía para asegurar el material libre de enfermedades; fortalecer los controles fitosanitarios en las alcabalas, puertos, aeropuertos y fronteras terrestres para evitar la introducción y diseminación de enfermedades cuarentenarias; fortalecer la investigación y el financiamiento en las plantaciones como mecanismo para mejorar el manejo de los cultivos. Además fomentar la diversificación de la producción a través de nuevos clones tolerantes o resistentes a nuevas amenazas; y fomentar y familiarizar estos conocimientos entre productores, instituciones públicas y privadas.

LITERATURA CITADA

Álvarez, E; Pantoja, A; Gañán, L; Ceballos, G. 2013. Estado del arte y opciones de manejo del Moko y la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe. CIAT – FAO. 45 p.

Blomme, G; Dita, M; Jacobsen, K; Pérez, L; Molina, A; Ocimati, W; Poussier, S; Prior, P. 2017. Bacterial Diseases of Bananas and Enset: Current State of Knowledge and Integrated Approaches Toward Sustainable Management (en línea). Frontiers Plant Science 8:1290. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/gbp925

Blomme, G; Ploetz, R; Jones, D; Langhe, E; Price, N; Gold, C; Geering, A; Viljoen, A; Karamura, D; Pillay, M; Tinzaara, W; Teycheney, P; Lepoint, P; Karamura, E; Buddenhagen, I. 2013. A historical overview of the appearance and spread of *Musa* pests and pathogens on the African continent: Highlighting the importance of clean *Musa* planting materials and quarantine measures (en línea). Annals of Applied Biology 162(1):4-26. Consultado 5 mar. 2020. Disponible en https://doi.org/f4n4v4

Canché, B; Orozco, M; Martínez, L; Manzo, G; Kay, J; Rodríguez, C; Islas, I; Beltrán, M; Guzmán, S; Garrido, E; Higuera, I; Sandoval, J. 2015. Bananos y plátanos, frente al cambio climático (en línea). *In* Higuera, I. (ed) Hacia dónde va la ciencia en México. Ecosistemas, Plagas y Cambio Climático. Cap. 5. p. 61-82. Consultado 16 dic. 2019. Disponible en https://bit.ly/2KJusPZ6

Camarillo-Naranjo, JM; Álvarez-Francoso, JI; Limones-Rodríguez, N; Pita-López, MF; Aguilar-Alba, M. 2019. The Global Climate Monitor System: From Climate Data-Handling to Knowledge Dissemination (en línea). International Journal of Digital Earth 12(4):394-414. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3h2ZzSO

Daniells, J; Thomas, J; Smith, M. 1995. Seed transmission of banana streak virus confirmed. INFOMUSA 4: 7.

Daniells, J; Jenny, C; Karamura, D; Tomekpe, K. 2001. Musalogue: a catalogue of *Musa* germplasm. Diversity in the genus *Musa* (Arnaud, E; Sharrock, S (comps). International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, Francia. 207 p.

Dita, M; Waalwijkb, C; Buddenhagenc, I; Souza, M; Kemab, G. 2010. A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana Fusarium wilt pathogen (en línea). Plant Pathology 59:348-357. Consultado 3 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fctbdp

Dita, M; Barquero, M; Heck, D; Mizubuti, E; Staver, C. 2018. Fusarium Wilt of Banana: Current Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management (en línea). Frontiers Plant Science 9:1468. Consultado 16 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/gfjvt2

Dita, M; Teixeira, L; O'Neill, W; Pattison, A; Weinert, M; Li, C; Zheng, S; Staver, C; Thangavelu, R; Viljoen, A. 2020. Current state of Fusarium wilt of banana in the subtropics (en línea). Acta Horticola 1272:45-56. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/fnzs

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2017. Global programme on banana Fusarium wilt disease: Protecting banana production from the disease with focus on tropical race 4 (TR4) (en línea). 4 p. Consultado 3 dic. 2018. Disponible en https://bit.ly/3rdtFaV

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia) 2019. La marchitez del banano por *Fusarium* Raza 4 Tropical: ¿Una creciente amenaza al mercado mundial del banano? (en línea) *In* Enfoque de productos básicos. Perspectivas Alimentarias de FAO. 23 p. Consultado 5 mar. 2020. Disponible en https://bit.ly/3hfQcz9

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2020a. Perspectivas a mediano plazo: perspectivas para la producción y el comercio mundial de bananos y frutas tropicales 2019-2028 (en línea). 16 p. Consultado 5 mar. 2020. Disponible en https://bit.ly/37CJIqM

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2020b. FAOSTAT Base datos: Superficie, producción y exportación de banano y plátano (en línea). Consultado 5 mar. 2020. Disponible en https://bit.ly/34z8QN8

García-Bastidas, F; Quintero-Vargas, C; Ayala-Vásquez, M; Seidi, M; Schermer, T; Santos-Paiva, M; Noguera, A; Aguilera, C; Wittenberg, A; Sorensen, A; Hofstede, R; Kema, G. 2019. First report of fusarium wilt tropical race 4 in Cavendish bananas caused by *Fusarium odoratissimum* in Colombia (en línea). Plant Disease 104(3). Consultado 5 feb.2020 https://doi.org/fnzr

Garrido, M; Ordosgoitti, A; Lockhart, B. 2005. Identificación del virus del rayado del banano en Venezuela. Interciencia 30(2):97-101

Guédez, C; Rodríguez, D. 2004. Compatibilidad vegetativa y raza patogénica de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* del estado Trujillo, Venezuela. Fitopatología Venezolana 17:30-32.

Haddad, O; Borges, O. 1974. Los Bananos en Venezuela. CONICIT. MAC-CENIAP. UCV-FAGRO. Impresos Matheus. Caracas. Venezuela. 106 p.

IPGRI-INIBAP/CIRAD (International Plant Genetic Resources Institute, Italia - Red Internacional para el mejoramiento del plátano y Banano, Francia / (Centre de cooperation internationale en recherche agronomique pour le developpement, Francia), 1996. Descriptores para el banano (*Musa* spp.) (en línea). 62 p. Consultado 5 mar.2020. Disponible en https://bit.ly/37QbC2Q

Labarca, J; Casassa, M; Pineda, M; Ulacio, U; Casanova, M; Sandoval, L. 2011. Diagnóstico de nematodos fitoparásitos en plátano (*Musa* AAB) cv. Hartón en el Sur del Lago de Maracaibo. Revista Facultad Agronomía (LUZ) 28(1):213-227

Magdama, F; Monserrate, L; Serrano, L; García, L; Jiménez, M. 2020. Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, the Fusarium Wilt Pathogen of Banana, in Ecuador (en línea). Plants

9:1133. Consultado 01 sep. 2020. Disponible en https://doi.org/fnzq

Martínez, G; Hernandez, J; Aponte, A. 2000. Distribución y epidemiología de la sigatoka negra en Venezuela. Fonaiap. Serie C, N° 48. 50 p

Martínez, G; Delgado, E; Rey, J; Jiménez, C; Pargas, R; Manzanilla, E. 2009. Producción de plátano en Venezuela y el mercado mundial (en línea). INIA Hoy 5:125-138. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3h7ixrg

Martínez, G; Rey, J; Castro, L; Micale, E; López, O; Pargas, R; Manzanilla, E. 2016. Marchitez en banano Cavendish, en la región central de Venezuela, asociado a un complejo Hongo – Bacteria (en línea). ACORBAT 2016. Miami. USA. Proceeding. Consultado 30 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/33tCtio

Martínez, G; Rey, J; Pargas, R; Manzanilla, E. 2020. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 31(1):259-276. Consultado 30 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/fnpk

MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Venezuela). 2016. Resolución DM/N°139/2016 sobre la incorporación al ordenamiento jurídico nacional de la Resolución MERCOSUR/GMC/RES N° 23/16 "Sub estándar 3.7.33. Requisitos fitosanitarios para *Musa* spp. (Banana) según país destino y origen para los estados partes (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 40.995. 23 sep. 2016. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2LoHJh5

NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2020. Shuttle Radar Topography Mission (en línea). Consultado 23 sep. 2020. Disponible en https://go.nasa.gov/3riSfHd

Navas, C. 1997. El plátano su cultivo en Venezuela. Ediciones Astra Data. 130 p

Navas, C. 2002. Enfermedades del plátano en Venezuela. Su control. Ediciones Astro Data. 174 p.

Ordosgoitti, A. 1999. Enfermedades del banano y plátano en Venezuela. Medidas de control. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria (FONAIAP). Serie B. N° 37. 71 p.

Orozco, M; García, K; Manzo, G; Guzmán, S; Martínez, L; Beltrán, M; Garrido, E; Torres, J; Canto, B. 2013. La sigatoka negra y su manejo integrado en banano. Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 152 p.

Pizzo, N. 2013. Diagnóstico y control de una marchitez en cambur (*Musa* AAA cv. 'pineo gigante'.) en la zona de Santa Cruz, estado Aragua. Tesis Ing. Agr. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela. 56 p.

Ploetz, R; Correll, J. 1988. Vegetative compatibility among races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Plant Disease 72:325-328.

Ploetz, RC. 2006. Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (en línea). Phytopathology 96:653-656. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/d526tx

Ploetz, R. 2015. Fusarium wilt of banana (en línea). Phytopathology 105:1512-1521. Consultado 20 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/fpb5

Ploetz, R; Freeman, S; Konkol, J; Al-Abed, A; Naser, Z; Shalan, K; Barakat, R; Israeli, Y. 2015. Tropica race 4 of Panama disease in the Middle East (en línea). Phytoparasitica 43:283-293. Consultado 24 oct. 2020. https://doi.org/fnzm

Porteles, M; Rodríguez, D; Ulacio, D; Torres, J. 2015. Determinación de razas y grupos de compatibilidad vegetativa de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en *musa*, en los estados Carabobo, Cojedes, Guárico y Miranda, Venezuela. Saber 27(2)334-340.

Qazi, J. 2016. Banana bunchy top virus and the bunchy top disease (en línea). Journal of General Plant Pathology 82(1):2-11. Consultado 30 oct. 2020. Disponible en https://doi.org/fpb4

Rodríguez, D. 2000. Ocurrencia de *Fusarium oxysporum* en plantaciones de cambur manzano en el estado Trujillo, Venezuela. Fitopatología Venezolana 13:22-24.

Rodríguez, D; Martínez, G; Sanabria, N; Camacho, B. 2006. Ocurrencia de la marchitez por *Fusarium* en bananos en Venezuela. XVII Reunión Internacional ACORBAT. Joinville, Brasil. Proceedings p. 650-652

Rodríguez, D. 2009. Estado actual del mal de Panamá en banano Manzano (AAB) y Bluggoe (ABB) en Venezuela (en línea). *In* Pocasangre, L. (ed). Reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la raza tropical 4 de Fusarium, BBTV y otras plagas de musáceas para la región del OIRSA, América Latina y el Caribe. Documentos de Programa y Resúmenes de la Reunión OIRSA Sede Central, San Salvador, El Salvador. 29 al 31 julio. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3hQSwwK

Román, J. 2012. Consideraciones epidemiológicas para el manejo de la Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) del banano en la región central del Perú. Tesis Maestria. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 168 p.

Rumbos, R; Pino, N; Gómez, C; Vera, J; Peña, M; López, B. 2016. Reporte de Falso Mal de Panamá (FMP) en plátano (*Musa* AAB) en el municipio Francisco Javier Pulgar del estado Zulia (en línea). Geominas 44(71):203-206. Consultado 24 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3mnhkNM

Sabadell, S. 2003. Etiología y epidemiologia del falso mal de Panamá en Canarias (en línea). Tesis Doctoral. Tenerife, España, Universidad Autónoma de Barcelona. 286 p. Consultado 12 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nBp3cx

Selvaraj, M; Vergara, A; Montenegro, F; Ruiz, H; Safari, N; Raymaekers, D; Ocimati, W; Ntamwira, J; Tits, L; Bonaventure, A; Blomme, G. 2020. Detection of banana plants and their major diseases through aerial images and machine learning methods: A case study in DR Congo and Republic of Benin (en línea). Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 169:110–124. Consultado 6 nov. 2020 Disponible enhttps://bit.ly/2WyoW5q

Soto, M. 2011. Situación y avances tecnológicos en la producción bananera mundial (en línea). Revista Brasileira Fruticultura E:013-028. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/bpzhvd

Terán, F. 2017. Análisis económico del cultivo de plátano (Musa AAB cv. 'Hartón') en Venezuela durante el período 1989-2014. Tesis Ing. Agr. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela. 120 p

Vivas, Y; Urdaneta, I; Rangel, S; Hernández, J. 2009. Caracterización e incidencia de *Ralstonia solanacearum* Smith en plantas de *Musa* AAB en el Sector "El Roble", Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. Revista Científica UDO Agrícola 9(2):383-392.

Relación de las condiciones agroecológicas de un lote de planicie lacustrina con la marchitez del banano Cavendish en Aragua, Venezuela

Juan C. Rey-Brina[1,2*], Gustavo E. Martínez-Solorzano[1], Henry Ramírez[3], Rafael E. Pargas-Pichardo[1]

[1]Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Maracay, Aragua, Venezuela. [2]Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO). Maracay, Aragua, Venezuela. [3]Agropecuaria Punta Larga. Palo Negro, Aragua, Venezuela.

RESUMEN

En los últimos quince años ha venido cobrando fuerza la enfermedad denominada Marchitez del Banano Cavendish (MBC), particularmente en la zona Centro Norte de Venezuela. El objetivo de este estudio fue establecer la relación entre la incidencia de la MBC y las condiciones agroecológicas de una planicie lacustrina del estado Aragua, Venezuela. El estudio se realizó en la Finca Agropecuaria Punta Larga (APL). En Zonas de área entre 20 y 40 ha de Banano Cavendish, se determinaron con GPS los focos de MBC durante los años 2015 y 2016, calculando el área afectada. Se tomaron muestras de suelo para caracterizarlas con fines de fertilidad, muestras de tejido de banano para determinar el nivel de nutrimentos y muestras en plantas enfermas para determinar los microorganismos patógenos. Adicionalmente, se analizaron los cambios de la precipitación y temperatura entre 2004 y 2018. Los datos fueron sometidos a análisis univariados, correlación y componentes principales. Los resultados indicaron que la enfermedad está asociada a un complejo hongo-bacteria y condiciones agroecológicas caracterizadas por suelos limosos (problemas de drenaje) y desbalances nutricionales propios de los suelos lacustrinos y acentuados por fallas en los ciclos de fertilización en los últimos seis años. Además, la aparición e incremento de la enfermedad está asociada a la disminución de la precipitación media anual, aumento de las temperaturas máximas y disminución de las temperaturas mínimas. La relación entre la MBC y las condiciones agroecológicas permiten definir un manejo integrado del cultivo para la prevención de la MBC.

Palabras clave: musáceas, microorganismos patógenos, interacción suelo planta, clima.

Cavendish Banana Wilt, and its relationship with agroecological conditions in a lacustrine plain of Venezuela

ABSTRACT

In the last fifteen years, the plant disease Wilt of Cavendish Banana (WCB) has been growing mailnly in the North Central area of Venezuela. The objective of this study was to establish the relationship between the incidence of MBC and the agroecological conditions of a lacustrine plain in the state of Aragua. The study area was carried at the Farm Punta Larga (APL). WCB focus was determined with GPS in zones from 20 to 40 ha between 2015 and 2016, where the disease area was calculated. Soil samples (0 - 25 cm depth) were taken for fertility analysis and plants samples were taken to stablish nutrients levels and pathogenic microorganisms. Additionally, the precipitation and temperature changes between 2004 and 2018 were analyzed. Univariate, correlation and principal component analysis were done to analyze the data. The results indicated that the disease is associated with a fungus-bacteria complex and agroecological conditions characterized by silty soils (drainage problems) and with nutritional imbalances typical of lacustrine soils and accentuated by failures in the fertilization cycles in the last six years. Additionally, the appearance and increase of the disease is associated with a average annual precipitation decrease, maximum temperatures increase and a minimum temperatures decrease. The relationship between MBC and agroecological conditions makes it possible to define an integrated crop management for MBC prevention.

Key words: musaceae, pathogenic microorganisms, plant soil relationship, climate.

Recibido: 20/09/2020 - Aprobado: 16/12/2020

INTRODUCCIÓN

Los bananos constituyen una importante fuente de crecimiento económico, ingresos y nutrición para las zonas rurales de muchos países en desarrollo (FAO 2020). Además por poseer cualidades alimenticias y medicinales que los diferencian del resto de las frutas, son consideradas como cultivos estratégicos en la seguridad alimentaria de estos países (Martínez *et al.* 2020).

De acuerdo con FAO (2018), en Venezuela se cultivan en la actualidad alrededor de 31.770 ha, con un total de producción de 448.315 t. Al comparar su comportamiento en los últimos años, se observa que a pesar de la existencia de innumerables factores la producción se ha mantenido estable a nivel nacional. Sin embargo, al detallar la trayectoria de estas variables a nivel regional, se puede observar que para el año 1996, el estado Aragua, presentaba 3.800 ha sembradas de banano, con alto potencial de producción y exportación (Haddad y Leal 1996). Para el año 2017, esa área disminuyó drásticamente a 600 ha, por efecto de varios factores donde destaca la incidencia de la marchitez de banano (Hurtado 2017).

Martinez *et al.* (2016) y Pizzo *et al.* (2013), señalan de acuerdo a resultados de laboratorio de muestras de tejido vegetal de banano Cavendish procesadas, la presencia de bacterias de los géneros *Erwinia* y *Pectobacterium*, y los hongos *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani*, asociados a los síntomas de marchitez.

Aun cuando su mayor incidencia ha sido indicada en el eje bananero del estado Aragua, Rumbos *et al.* (2016), reportaron la presencia de bacteria del género Pectobacterium, en plantas de plátano Hartón en la región Sur del Lago, con síntomas muy similares a esta enfermedad, además de los hongos *F. moniliforme* y *F. oxysporum*.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Beer *et al.* (2001), que indicaron que en las Islas Canarias, fueron aisladas algunas especies de *Fusarium* spp., incluyendo *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani* y *F. subglutinans*, así como algunas bacterias y otros saprofitos comunes. Por otra parte, tanto en las Islas Canarias como en África del Sur, se comprobó que las pruebas de patogenicidad con *F. oxysporum* aislado de las plantas afectadas con el falso mal de Panamá resultaron negativas. De manera inversa, se dieron síntomas severos de marchitamiento por *Fusarium* con *F. oxysporum* aislado de las plantas infectadas con el marchitamiento por *Fusarium*. Por lo tanto, se acepta que un patógeno fungoso no es la causa primaria de esta enfermedad, concluyendo que la misma está asociada a factores de estrés, como nematodos, cambios de temperatura, sequía, desbalance nutricional y saturación hídrica.

Sabadell (2003) indicó que la marchitez de banano es un desorden en cuya causa podrían jugar un papel muy importante factores de suelo como compactación, encharcamiento, hipoxia, desbalance nutricional en interacción con alguna especie fúngica o bacteriana.

Nava (2002) señaló que la enfermedad está asociada a una serie de géneros y especies fúngicas, habiéndose determinado 30 géneros diferentes, siendo *Fusarium* el más frecuente. Las especies más abundantes son *F. oxysporum*, *F. proliferatum* y *F. subglutinans*. También se encuentran una serie de especies bacterianas, de las cuales los géneros más abundantes son *Enterobacter, Erwinia*, *Pseudomonas*, *Serratia* y *Xanthomonas*.

Una alta proporción de las enfermedades de banano están asociadas a condiciones agroecológicas (clima y suelo). La incidencia y severidad del ataque de *Ralstonia solanacearum*, causante de Moko, es más acentuada en suelos pesados con drenaje deficiente y con baja proporción de microorganismos benéficos (Álvarez *et al.* 2013b, Obregón *et al.* 2011); la pudrición blanda o bacteriosis (*Dickeya chrysanthemi*) está asociada al desequilibro nutricional edáfico, especialmente en potasio y boro (Álvarez *et al.* 2013a); la alcalinización de los suelos aumenta la virulencia de los hongos, como en el caso de *F. oxysporum*, causante del marchitez en las musáceas (Fernandes *et al.* 2017). Por otra parte, las zonas más afectadas por sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) se caracterizan por tener una precipitación mayor a 1.400 mm anuales, humedad relativa mayor al 80 % y temperatura promedio entre 23 a 28 °C (Álvarez *et al.* 2013b).

De acuerdo con Calberto *et al.* (2016), en la región tropical de Suramérica (Colombia, Perú, Ecuador, Venezuela, Bolivia y Brasil) el evento de mayor afectación son las lluvias prolongadas durante la estación lluviosa y el evento con mayor frecuencia

de respuestas es suelo sobre saturado, provocando aumento de la sigatoka negra (*M. fijiensis)*, y otras enfermedades bacterianas y fungosas como Moko (*R. solanacearum*), pudrición blanda o bacteriosis (*D. chrysanthemi*) y marchitez (*F. oxysporum* f. sp. *cubense*).

Así mismo, Canto *et al.* (2015), indican que las musáceas (bananos y plátanos) enfrentan muchas enfermedades y plagas, las cuales se desplazan geográficamente y aumentan en severidad favorecidas por las condiciones climatológicas, tal como ha ocurrido en África con banano y *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*, y en Perú donde se ha elevado la incidencia de la sigatoka negra (*M. fijiensis*) y la mancha roja causada por Thrips.

El objetivo de este estudio fue establecer los factores agroecológicos (clima y suelo) asociados a la Marchitez de Banano Cavendish en una planicie lacustrina del Estado Aragua en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Este trabajo fue realizado en plantaciones de banano (*Musa* AAA, subgrupo Cavendish, cv Pineo Gigante), en la Finca Agropecuaria Punta Larga (APL), ubicada en el sector La Quinta, 10°8'54.36"N; 67°34'48.458"O, Municipio Libertador, Estado Aragua; con precipitación promedio anual entre 900 y 1.100 mm, distribuidos entre cinco a seis meses húmedos, ubicados entre los meses de mayo-junio y octubre-noviembre; y evaporación promedio anual entre 1.800 y 2.200 mm. Los suelos son de origen lacustrino, en su gran mayoría, texturas medias, alta disponibilidad de nutrimentos, altos pH, y condiciones salinas en forma localizada.

Definición de lotes o áreas de estudio

La Marchitez del Banano Cavendish (MBC) apareció por primera vez en la finca en el año 2008, incrementando su afectación de manera diferencial en las zonas sembradas con banano.

Entre los años 2015 y 2016, se identificaron focos de Marchitez del Banano Cavendish (MBC), los cuales fueron ubicados mediante GPS. Los lotes de banano de Finca Agropecuaria Punta Larga (APL) están agrupados por zonas, que poseen entre 20 a 40 ha (Figura 1), en las cuales, se definió el área con incidencia de la MBC, a partir del protocolo fitosanitario aplicado en la finca, que implica la eliminación de plantas enfermas, y plantas sanas continuas alrededor de estas en un radio de 6 m, definido como círculo de seguridad o encierro.

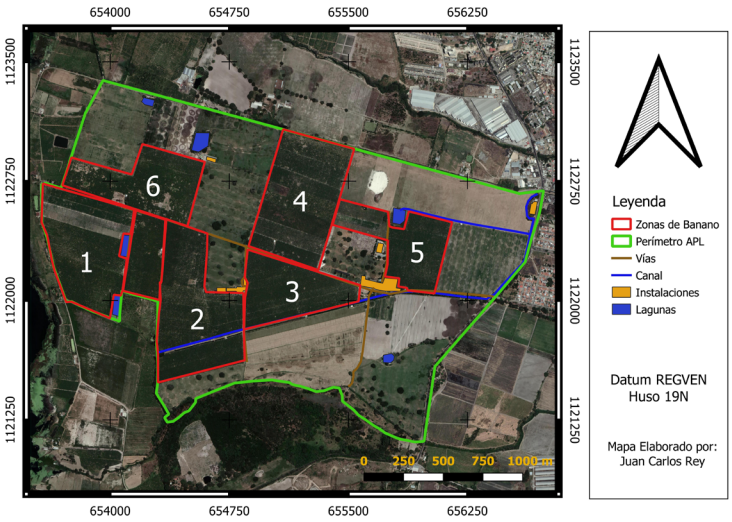

Figura 1. Zonas de Banano Cavendish (números blancos) en la finca Agropecuaria Punta Larga (APL): (1.-Chigüerera, 2.-Empacadora, 3.-Estación 1, 4.-Los Limones, 5.-Los Miguelitos, 6.-Guasimopando), con incidencia del Marchitez del Banano Cavendish (MBC). Años 2015 y 2016. La Quinta, Municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

Variables estudiadas

En el año 2015, fueron ubicadas e identificadas plantas con síntomas típicos de la enfermedad en las seis zonas delimitadas de la finca, de las cuales se tomaron muestras de tejido del pseudotallo y raíces, para la identificación de microorganismos patógenos. Se utilizó el método de aislamiento en medio de cultivo PDA y cámara húmeda, en laboratorio de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Central de Venezuela.

En el año 2016, se tomaron muestras compuestas en cada una de las zonas de banano, las cuales fueron sometidas a análisis de suelos con fines de fertilidad, determinando la proporción de arena (a), limo (L) y arcilla (A) a través del método de Boyoucos modificado (Patrick 2002); la reacción del suelo (pH) y conductividad eléctrica (CE) ($ds.m^{-1}$) a través de los métodos potenciométrico y conductimétrico, respectivamente (Gilabert de Brito *et al.* 1990); contenido de carbono orgánico (C) por el método de Walkley y Black (1939); nitrógeno total (NT) a través del método de Kjeldahl (Bremner y Mulvaney 1982) y carbonatos (carb) (%) por el Método de Bernard (Lorenz 2005); contenidos de fósforo (P) por el método de Olsen (Olsen *et al.* 1954); potasio (K) soluble a través del método de acetato de amonio (Gilabert de Brito *et al.* 1990); hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y zinc (Zn) ($mg.kg^{-1}$) por el método de Melich 1 (Martens y Lindsay 1990); calcio (Ca), potasio (K) y magnesio intercambiables (Mg) ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$) por el método de acetato de amonio (Gilabert de Brito *et al.* 1990). Adicionalmente, entre los años 2017 y 2018, se tomaron muestras foliares de zonas seleccionadas en la finca (Guasimopando, Los Limones y Los Miguelitos), para determinar el nivel nutricional del cultivo (FAO 1980).

Los resultados del muestreo fueron sometidos a análisis univariado para su caracterización general, correlación de Pearson (significancia de 0,1) y determinación de valores anómalos (Tukey 1977). Mediante un análisis de componentes principales (CP) (Johnson 2000), se establecieron las características de los suelos donde había una mayor incidencia de la enfermedad (MBC).

Finalmente, se analizaron los cambios en la precipitación media anual (PMA) y temperaturas mínima (Tmin), media (Tmed) y máxima (Tmax) entre los años 2004 y 2018 en el área de influencia de APL; a partir de datos colectados en la finca y de la estación agroclimatológica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA, ubicada en Maracay, Venezuela (INIA 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de tejido vegetal de plantas afectadas por marchitez de Banano, revelaron presencia de bacterias (géneros *Pectobacterium* y *Erwinia*), y hongos (*F. moniliforme*, *F. oxysporum*, y *F. solani*), asociados a los síntomas actuando en conjunto, nunca de manera individual, coincidiendo con lo señalado por Martínez *et al.* (2016) y Pizzo (2013).

Varios trabajos indican que el factor suelo está estrechamente asociado a la ocurrencia de la marchitez de banano (Beer *et al.* 2001, Martínez *et al.* 2016, Pizzo 2013, Sabadell 2003). Por tal motivo, se estableció una relación entre la ocurrencia de la enfermedad y las características de los suelos.

La finca APL esta subdividida en sectores o zonas de banano, con extensiones entre 20 y 40 ha aproximadamente y edades entre 2 a más de 15 años para el cultivo de banano. El porcentaje del área afectada por MBC en estas zonas varió entre 0,3 y 11,4 %. Las zonas de Guasimopando y Los Limones fueron las de mayor incidencia de la enfermedad (Cuadro 1).

Los resultados del análisis univariado, indicaron diferencias entre las características de los suelos

Cuadro 1. Zonas de Banano, con incidencia de Marchitez del Banano Cavendish (MBC) en la finca Agropecuaria Punta Larga. Años 2015 y 2016. La Quinta, Municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

N	Zona	Área (ha)	Edad (años)	Área MBC (ha)	MBC (%)
1	Chigüerera	40,66	mas de 15	0,13	0,32
2	Empacadora	35,45	5	0,3	0,85
3	Lotes 1-5	20,16	12	0,09	0,47
4	Los Limones	33,61	mas de 15	2,42	7,2
5	Los Miguelitos	19,53	2 a 3	0,06	0,31
6	Guasimopando	23,14	mas de 15	2,64	11,41
	Total	172,55		5,64	3,27

de las zonas de banano de APL, las texturas fueron de franca a franco limosa, se presentan suelos de ligera a fuerte alcalinidad y afectados ligeramente por sales localmente (Los Miguelitos, Estación 1).

De acuerdo a las metodologías de determinación empleadas, los contenidos de fósforo y potasio son de altos a muy altos y los de magnesio son de medios a altos. Sin embargo, los contenidos de carbonatos y Ca son excesivamente altos, debido al origen lacustrino de los suelos, derivando en relaciones Ca/Mg y Ca/K muy altas (más de 10 y más de 50, respectivamente), que pueden generar deficiencias de K y Mg en las plantas; la relación Mg/K está en rangos adecuados (López y Espinosa 1995). En relación a los microelementos (hierro: Fe, cobre: Cu, zinc: Zn, manganeso: Mn), están en niveles muy bajos, debido al alto pH de los suelos (Cuadros 2 y 3).

Con la finalidad de establecer una relación entre la incidencia de la MBC y las propiedades de suelo, se obtuvo la correlación de Pearson (Cuadro 4). Las variables que mostraron correlación significativa con el porcentaje de MBC, fueron los contenidos de arena y limo, carbono orgánico, contenido de magnesio intercambiable y la relación calcio – magnesio (Ca/Mg). Solo para el caso de contenido de limo y Ca/Mg se apreció una correlación positiva, indicando que en los suelos muy limosos, con baja permeabilidad y drenaje limitado, y con desbalance de nutrientes fue más frecuente la MBC. Para el resto de las variables mencionadas anteriormente, la correlación fue negativa; indicando que en los suelos con menor concentración de carbono orgánico, sales, nitrógeno total, fósforo, calcio y magnesio se presenta con más frecuencia la enfermedad.

Cuadro 2. Propiedades de los suelos en las zonas de banano de la finca Agropecuaria Punta Larga. Año 2016. La Quinta, Municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

N	Zona	MBC	Are	Lim	Arc	pH	CE	CO	NT	CN	P	K	Carb
5	Los Miguelitos	0,31	22,75	49,75	27,5	7,23	2,74	3,85	0,33	10,15	61,83	232,5	60
1	Chigüerera	0,32	37,59	32,16	30,26	8,44	1,35	4,17	0,44	9,4	227,78	635	48,9
3	Estación 1	0,47	22,07	51,43	26,5	7,68	3,25	3,51	0,38	9,06	125,6	784	72,33
2	Empacadora	0,85	28,8	44,2	27	7,69	1,46	3,6	0,41	9,42	163	540,83	78,3
4	Los Limones	7,20	25,17	47,63	27,2	7,8	1,72	3,33	0,34	9,83	82,57	462,14	66,03
6	Guasimopando	11,41	6,92	68,88	24,2	7,77	0,75	3,03	0,31	9,81	46,23	317,6	69,15

N: Número de la Zona, MBC: Marchitez de Banano Cavendish (%), Are: arena (%), Lim: limo (%), Arc: arcilla (%), CE: conductividad eléctrica ($ds.m^{-1}$), CO: carbono orgánico (%), NT: nitrógeno total (%), CN: relación carbono – nitrógeno; P: fósforo ($mg.kg^{-1}$); K: potasio ($mg.kg^{-1}$), Carb: carbonatos (%).

Cuadro 3. Propiedades de los suelos en las zonas de banano de la finca Agropecuaria Punta Larga. Año 2016. La Quinta, Municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

N	Zona	MBC	Cai	Mgi	Ki	$Ca.Mg^{-1}$	$Ca.K^{-1}$	$Mg.K^{-1}$	Fe	Cu	Zn	Mn
5	Los Miguelitos	0,31	86,13	5,56	0,6	13,29	203,13	14,78	0,13	0,15	0,18	1
1	Chigüerera	0,32	64,90	6,42	1,63	10,25	54,41	5,48	0,12	0,12	0,10	0,26
3	Estación 1	0,47	70,55	6,38	2,01	10,68	49,92	4,58	0,14	0,10	0,10	0,26
2	Empacadora	0,85	84,43	6,13	1,39	12,59	108,82	8,73	0,18	0,11	0,13	0,74
4	Los Limones	7,20	80,34	6,73	1,18	12,20	88,43	7,24	0,10	0,10	0,13	0,47
6	Guasimopando	11,41	44,90	2,59	0,81	17,29	203,86	11,81	0,13	0,13	0,17	0,88

N: Número de la Zona, MBC: Marchitez de Banano Cavendish (%), Cai: Calcio intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Mgi: Magnesio intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Ki: Potasio Intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Fe; Hierro ($mg.\ kg^{-1}$); Cu: Cobre ($mg.kg^{-1}$), Zn: Zinc ($mg.kg^{-1}$), Mn: Manganeso ($mg.kg^{-1}$).

Cuadro 4. Correlación de Pearson entre la proporción de la incidencia de Marchitez del Banano Cavendish y las propiedades del suelo. Años 2015 y 2016. La Quinta, Municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

Variables	Pearson	Variables	Pearson
Are	-0,74*	CN	0,38
Lim	0,74*	P	-0,62
Arc	-0,69	K	-0,44
pH	0,02	Carb	-0,19
CE	-0,61	Cai	-0,64
CO	-0,83*	Mgi	-0,71*
NT	-0,66	Ki	-0,44
$Ca.Mg^{-1}$	0,78*	Cu	-0,03
$Ca.K^{-1}$	0,44	Zn	0,42
$Mg.K^{-1}$	0,24	Mn	0,29
Fe	-0,42		

Are: arena (%), Lim: limo (%), Arc: arcilla (%), CE: conductividad eléctrica ($ds.m^{-1}$), CO: carbono orgánico (%), NT: nitrógeno total (%), CN: relación carbono – nitrógeno; P: fósforo ($mg.kg^{-1}$); K: potasio ($mg.kg^{-1}$), Carb: carbonatos (%), Cai: Calcio intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Mgi: Magnesio intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Ki: Potasio Intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Fe; Hierro ($mg.kg^{-1}$); Cu: Cobre ($mg.kg^{-1}$), Zn: Zinc ($mg.kg^{-1}$), Mn: Manganeso ($mg.kg^{-1}$). *:Indica correlación significativa al 10 % de error

Las enfermedades de los cultivos, cuyo origen se encuentra en el suelo, son más severas cuando hay un drenaje inadecuado, la estructura de suelo es deficiente, hay poca materia orgánica, desbalance nutricional y alta compactación. En este sentido, Larkin (2015) indica que las buenas prácticas de manejo de suelo pueden ayudar a controlar las enfermedades entre un 20 y 80 %.

Por otra parte, enfermedades como el Moko (*Ralstonia solanacearum*) y la pudrición blanda (*Dickeya chrysanthemi*) están asociadas a bajos contenidos de materia orgánica y desbalances nutricionales (Álvarez *et al.* 2013a, 2013b).

En el caso de *F. oxysporum*, hongo causante de la marchitez del banano, su frecuencia está asociada a suelos con mal drenaje, ácidos, con mayores cantidades de amonio y menos nitrato, desbalances nutricionales y bajos contenidos de micronutrientes (Pérez *et al.* 2014, Shen *et al.* 2015, Bossman 2016, Dita *et al.* 2018). Beer *et al.* (2001) y Sabadell (2003) sugieren que una combinación de factores de estrés como la sequía, saturación hídrica, compactación del suelo, desequilibrio nutricional en combinación con temperaturas bajas, podrían ser la causa de la enfermedad de MBC o Falso Mal de Panamá.

Con la finalidad de comparar cuan similares o diferentes son las zonas de banano en APL se realizó un análisis de componentes principales (Johnson 2000). Los resultados indicaron que los dos primeros componentes principales o factores acumulan alrededor del 75 % de la variabilidad de los suelos. Las propiedades que más aportaron a la variabilidad entre los suelos de las zonas de banano, fueron los contenidos de arena, limo y arcilla, carbono orgánico, la relación carbono / nitrógeno, el contenido de potasio, las relaciones nutricionales entre las bases cambiables (calcio, magnesio y potasio) y el contenido de zinc.

En la Figura 2 se muestra la distribución de las zonas de banano de APL y la Figura 3 presenta la distribución de vectores de cada una de las propiedades evaluadas en los suelos. Se observa que los suelos de Guasimopando (6), con mayor incidencia de MBC, son bastante diferentes al resto de las zonas, destacando su alto contenido de limo (mal drenaje) y su alta relación Ca/Mg (desbalance nutricional); mientras que los suelos de La Chigüerera (1), con menor

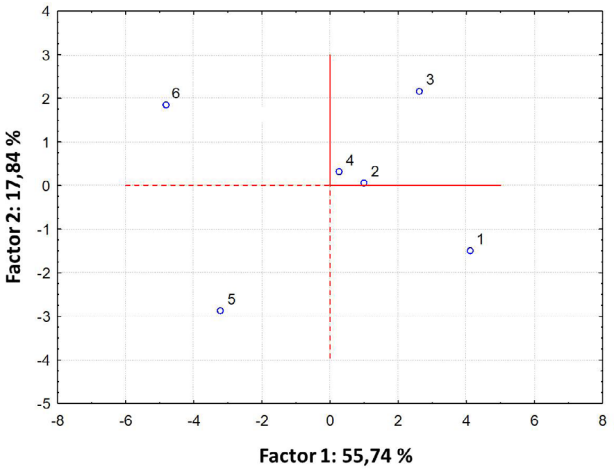

Figura 2. Ubicación de zonas cultivadas con banano con respecto a los componentes principales 1 y 2 en la finca Agropecuaria Punta Larga (APL). 1.-Chigüerera; 2.-Empacadora; 3.-Estación 1; 4.-Los Limones; 5.-Los Miguelitos; 6.-Guasimopando. Años 2015 y 2016. La Quinta, municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

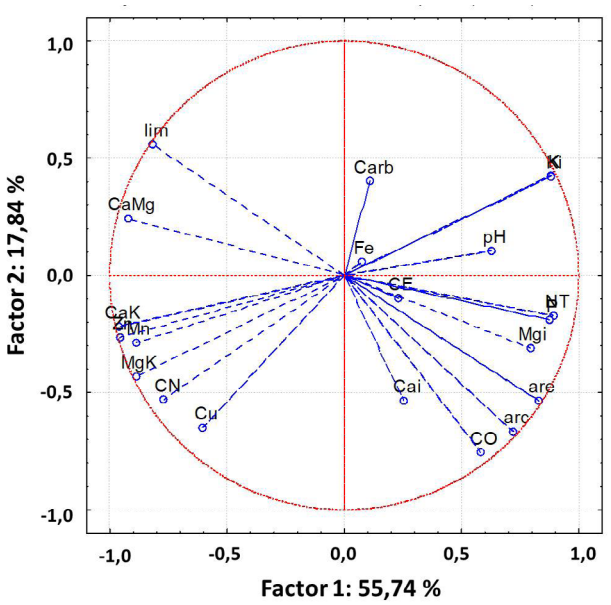

Figura 3. Distribución de vectores de variables de suelos con respecto a los componentes principales 1 y 2 en la finca Agropecuaria Punta Larga (APL). Are: arena (%), Lim: limo (%), Arc: arcilla (%), CE: conductividad eléctrica ($ds.m^{-1}$), CO: carbono orgánico (%), NT: nitrógeno total (%), CN: relación carbono–nitrógeno; P: fósforo ($mg.kg^{-1}$); K: potasio ($mg.kg^{-1}$), Carb: carbonatos (%),Cai: Calcio intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Mgi: Magnesio intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Ki: Potasio Intercambiable ($cMol_{(+)}.kg^{-1}$), Fe: Hierro ($mg.kg^{-1}$); Cu: Cobre ($mg.kg^{-1}$), Zn: Zinc ($mg.kg^{-1}$), Mn: Manganeso ($mg.kg^{-1}$). Años 2015 y 2016. La Quinta, municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

incidencia de MBC, se caracterizan por su mayor contenido de arena y arcilla, nitrógeno total, carbono orgánico y magnesio. La plantación en ambas zonas (Guasimopando y La Chigüerera) tenían una edad similar (mas de 15 años), y están continuas espacialmente, por lo tanto, las diferencias en la incidencia de la enfermedad podría atribuirse a los suelos.

Los suelos de Los Limones (4) con 7,2 % de MBC, son similares a los de la Empacadora (2) con apenas 0,85 % de incidencia de MBC, presentando valores intermedios entre los rangos de las propiedades de suelo evaluadas. Las diferencias en la incidencia de la enfermedad puede deberse a que la zona de Los Limones tenía más de 10 años de sembrada, mientras que la mayoría de los lotes de la Empacadora tenían alrededor de 5 años de sembrados para el momento en que se realizó este estudio; por lo que es de esperarse que en esta zona (Empacadora) la enfermedad pueda avanzar rápidamente.

La zona de Estación 1 (3), con un 0,47 % de incidencia de MBC son los suelos con los mayores contenidos de potasio, elemento esencial para el desarrollo del cultivo (López y Espinoza 1995). Finalmente, los suelos de Los Miguelitos (5), con 0,31 % de incidencia de la enfermedad, presentan altas relaciones carbono/nitrógeno (C/N), Ca/K y Mg/K, lo cual propicia una baja disponibilidad de potasio y la convierte en una zona con alta susceptibilidad a MBC; sin embargo, la incidencia de la enfermedad se muestra baja posiblemente por la poca edad de las plantas (2 a 3 años) (Figuras 1, 2 y 3; Cuadros 1, 2 y 3).

Los suelos lacustrinos de APL tiene una alta proporción de carbonato (mayor a 50 %) y una gran cantidad de calcio intercambiable (mas de 45 $cMol_{(+)}.kg^{-1}$) (Cuadro 3), que equivale a más de 10.000 mg.kg-1 de calcio disponible; debido a que la génesis de estos suelos incluye la presencia de abundante caracolillo en el materia parental (Elizalde *et al.* 2007). Esta condición provoca altas relaciones Ca/Mg y Ca/K, además las altas concentraciones de Ca inhiben la absorción de otros macroelementos como fósforo (P) (Rincón *et al.* 2003, Pautasso 2013); de esta manera, aun cuando en los suelos calcáreos exista una alta disponibilidad de P, K y Mg, el exceso de Ca inhibe su absorción presentándose deficiencias en las plantas.

En este sentido, se colectaron muestras de tejidos de banano en las zonas de Los Limones (4), Los Miguelitos (5) y Guasimopando (6), entre los años 2017 y 2018. Se apreció una disminución de los contenidos de P y K en el tejido de las plantas de banano, atribuido a fallas en la fertilización que venían ocurriendo desde el año 2012 (de 6 ciclos de aplicación se disminuyó a 2,5 ciclos por año, debido a la escasez de fertilizantes). Por otra parte, en el caso del P, en ambos años se aprecia como los niveles en el tejido están por debajo del nivel crítico (Figura 4A); mientras que para el caso del K en el año 2017 aparecía suficiente, y en 2018 deficiente (Figura 4B). Este tipo de desbalance nutricional promueve una mayor incidencia de la MBC (Beer *et al.* 2001, Sabadell 2003).

Finalmente, se realizó un análisis de la variación climática en el área de influencia de APL, específicamente en relación a la Precipitación Media Anual

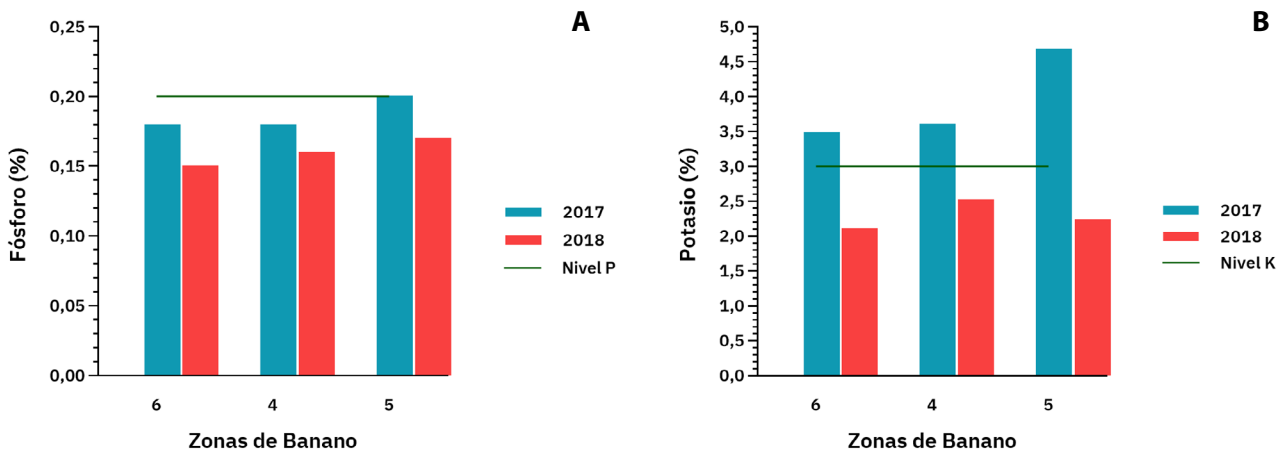

Figura 4. Niveles foliares de fósforo (A) y potasio (B) en plantas de banano cultivadas en la finca Agropecuaria Punta Larga (APL) entre los años 2017 y 2018, en tres zonas: 4.-Los Limones; 5.-Los Miguelitos; 6.-Guasimopando. La línea verde identifica el nivel crítico del elemento en el tejido foliar. La Quinta, municipio Libertador, Aragua, Venezuela.

(mm) (PMA) y las Temperaturas (°C), Mínimas (Tmin), Medias (Tmed) y Máximas (Tmax) anuales. En la Figura 5 se muestra la variación de la PMA entre los años 2004 y 2018, donde se aprecia un rango entre 660 y 1.670 mm y una alta variación de un año a otro; pero con una tendencia a disminuir con el paso de los años.

En el caso de las temperaturas (Figura 6), se analizó la data entre 2004 y 2016, donde se aprecia que la Tmed se mantiene en el tiempo alrededor de 26,1 °C; sin embargo, la tendencia en el caso de la Tmax fue a aumentar, mientras que en el caso de la Tmin la tendencia fue a disminuir. Se obtuvieron promedios móviles de 3 años para el caso de las temperaturas y se apreció que en el caso de la Tmin la variación fue de 21,8 a 20,6 °C (-1,2); mientras que para la Tmax la variación fue de 31,2 a 32,2 °C (+1,0), entre los años 2004 y 2016, lo que ha significado una variación de 1 °C o más para estas variables climáticas.

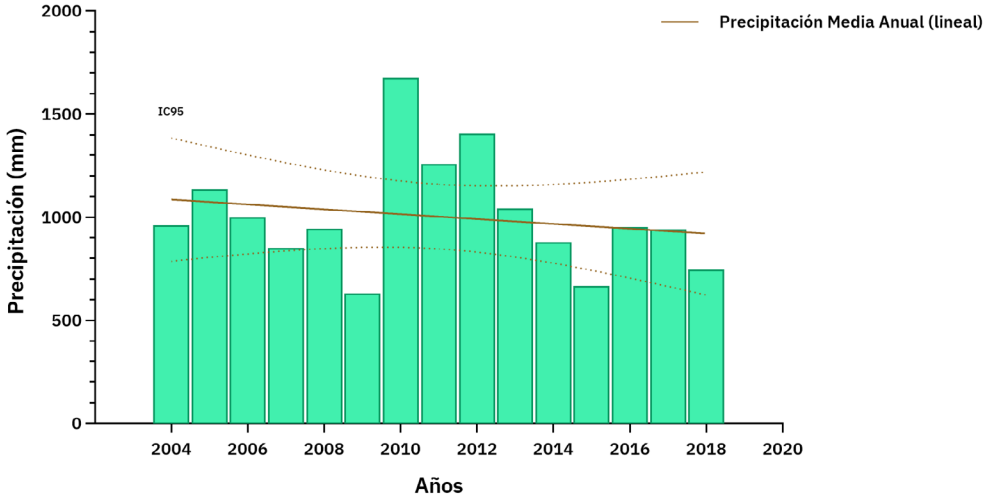

Figura 5. Precipitación Media Anual (mm) entre los años 2004 y 2018 en el área de influencia de Agropecuaria Punta Larga (APL). Fuente: Agropecuaria Punta Larga. Aragua, Venezuela

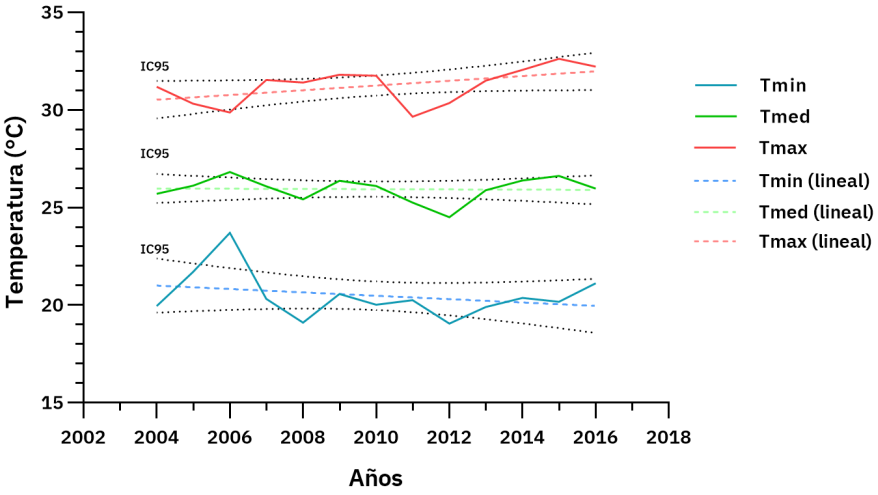

Figura 6. Temperaturas mínimas (Tmin), medias (Tmed) y máximas (Tmax) entre los años 2004 y 2016 en el área de influencia de Agropecuaria Punta Larga (APL). Fuente: Estación CENIAP-INIA, datos ajustados para APL. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Maracay, Aragua, Venezuela.

Los cambios climáticos apreciados en APL pueden estar influyendo en una mayor incidencia de la MBC, tal como lo sugieren Beer *et al.* (2001) y Sabadell (2003), cuando indican que la reducción de precipitación (mayor sequía) y cambios en las temperaturas se relacionan con una mayor ocurrencia de la enfermedad. En este mismo sentido, Salvacion *et al.* (2019), realizaron una análisis del cambio climático en Filipinas, encontrando que la reducción en la precipitación media anual y los cambios de temperatura favorecen la ocurrencia de Mal de Panamá (*F. oxysporum* f. sp. *cubense*).

CONCLUSIONES

La incidencia de la Marchitez del Banano Cavendish (MBC), en la finca Agropecuaria Punta Larga no fue uniforme. En las zonas de la finca entre 20 y 40 ha, el área afectada por la marchitez varió entre 0,3 y 11 %. Las zonas con mayor incidencia de MBC fueron las que presentaron suelos limosos con problemas de drenaje y desbalance de nutrimentos. Esto se relaciona con la condición natural de los suelos lacustrinos, así como fallas en los ciclos de fertilización en los últimos seis años que han generado deficiencias de fosforo y potasio en el tejido de las plantas. Además de las condiciones edáficas, la evolución de la MBC en la finca ha estado asociada a una tendencia a la disminución de las precipitaciones totales anuales y a cambios en más de 1 °C en las temperaturas máximas (aumento) y mínimas (disminución) entre los años 2004 y 2018.

Se debe realizar un manejo integral del cultivo, ajustando la fertilización para contrarrestar las altas relaciones Ca/Mg y Ca/K, mejorar la eficiencia de absorción de P y K, seleccionar los suelos con mejor drenaje para la siembra del banano, mantener el protocolo fitosanitario establecido en la finca, haciendo énfasis en las zonas de mayor incidencia de la enfermedad. Así mismo, establecer estrategias de manejo como la incorporación de microorganismos benéficos, períodos de barbecho más prolongados durante la renovación de los lotes de banano, con establecimientos de otros cultivos, en especial de leguminosas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Finca Agropecuaria Punta Larga, por el apoyo en la realización del estudio y el financiamiento de todos los análisis de suelos y tejido.

LITERATURA CITADA

Álvarez, E; Ceballos, G; Gañan, L; Rodríguez, D; González, S; Pantoja, A. 2013a. Producción de material de siembra limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano (en línea). CIAT-FAO. 16 p. Consultado 22 ago. 2019. Disponible en https://bit.ly/3npU030

Álvarez, E; Pantoja, A; Gañán, L; Ceballos, G. 2013b. Estado del arte y opciones de manejo del Moko y la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe (en línea). CIAT – FAO. 45 p. Consultado 13 abr. 2019. Disponible en https://bit.ly/2Wgg6cu

Beer, Z, Hernández, J; Sabadell, S. 2001. Enfermedad del falso mal de Panamá en banano. Enfermedades de musa: Hoja divulgativa N° 9 (en línea). INIBAP, Montpellier, Francia. 4 p. Consultado 25 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/386KkUS

Bosman, M. 2016. Role of the environment on the incidence of Panama disease in bananas (en línea). Tesis MSc. Wageningen, Paises Bajos, Wageningen University. 48 p. Consultado 23 de sep. 2018. Disponible en https://edepot.wur.nl/390872

Bremner, JM; Mulvaney, CS. 1982. Nitrogen Total. In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy 9. ASA. SSSA. Madison, Wisconsin, Estados Unidos de América. p. 595-624.

Calberto, G; Carvajal, M; Staver, Ch. 2016. Resultados del sondeo I: Eventos meteorológicos que afectan la producción de banano y plátano (en línea). Bioversity International. CGIAR. 18 p. Consultado 5 feb. 2018. Disponible en https://bit.ly/3oXvJSs

Canto, B; Orozco, M; Martínez, L; Manzo, G. 2015. Bananos y plátanos frente al cambio climático. Higuera Ciapara, I (ed.). CONACYT. p. 61-81. Consultado 24 de oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nBkOxD

Dita, M; Barquero, M; Heck, D; Mizubuti, E; Staver, C. 2018. *Fusarium* Wilt of Banana: Current Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management (en línea). Frontiers in Plant Science 9(1468):1-21. Consultado 3 jun. 2018. Disponible en https://doi.org/gfjvt2

Elizalde, G; Viloria, J; Rosales, A. 2007. Geografía de Suelos de Venezuela. Capítulo 15. GeoVenezuela 2: Medio Físico y Recursos Ambientales. Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela. p 402–537.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. FAO Soil Bulletins 38/2. Roma. 249 p. Consultado 19 dic 2020. Disponible en https://bit.ly/2J2B0Zs

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2018. FAOSTAT (en línea). Consultado 20 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nADdKA

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2020. Perspectivas a mediano plazo: perspectivas para la producción y el comercio mundial de bananos y frutas tropicales 2019-2028 (en línea). 16 p. Roma. Consultado 16 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/2KorKiJ

Fernandes, T; Segorbe, D; Prusky, D; Di Pietro, A. 2017. How alkalinization drives fungal pathogenicity (en línea). PLoS Pathogens 13(11):e1006621. Consultado 22 jun. 2019. Disponible en https://doi.org/ggd67t

Gilabert de Brito, J; López de R, Y; Pérez de R, Y. 1990. Manual de métodos y procedimientos de referencia. Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. Fonaiap-Ceniap. Serie D. N°28. 164 p.

Haddad, O; Leal, F. 1996. Situación Actual y Perspectivas de la Producción de Cambur de Exportación y Otras Musáceas en el Estado Aragua (en línea). Papeles de Fundacite Aragua. Maracay, Venezuela. 42 p. Consultado 02 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nj8B0d

Hurtado, J. 2017. Amenazadas Plantaciones de Cambur en los valles del estado Aragua (en línea). Consultado 15 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/3no6ZlV

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 2020. Red Agroclimatológica del INIA (en línea). Consultado 26 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/3gRuC3F

Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Madrid, España, International Thomson. 566 p.

Larkin, R. 2015. Soil Health Paradigms and Implications for Disease Management (en línea). Phytopathology 53:199-221. Consultado 15 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/2WjoE2b

López, A; Espinoza, J. 1995. Manual de nutrición y fertilización de banano. International Plant Nutrition Institute. Quito, Ecuador. 86 p.

Lorenz, G. 2005. Métodos de análisis de suelos (en línea). Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de ciencias Forestales. Serie Didáctica N° 12. Argentina. 142 p. Consultado 12 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/34og1lb

Martens, D; Lindsay, W. 1990. Testing Soils for Cu, Fe, Mn and Zn. Chapter 9 In Soil Testing and Plant Analysis. 3 ed. Westerman, RL (ed.). SSSA. Consultado 12 sep. 2020. Disponible en https://doi.org/fn83

Martínez, G; Rey, J; Castro, L; Micale, E; López, O; Pargas, R; Manzanilla, E. 2016. Marchitez en banano Cavendish, en la región central de Venezuela, asociado a un complejo Hongo – Bacteria (en línea). ACORBAT 2016. Miami. USA. Proceeding. Consultado 06 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/33tCtio

Martínez, G; Rey, J; Pargas, R; Manzanilla, E. 2020. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 31(1):259-276. Consultado 3 jun. 2020. Disponible en https://bit.ly/37ho3TO

Nava, C. 2002. Las enfermedades del plátano en Venezuela. Su control. Ediciones Astro Data. S.A. Maracaibo, Venezuela. 174 p.

Obregón, M; Rodríguez, P; Salazar, M. 2011. Supervivencia de *Ralstonia solanacearum* en suelo y tejido de plantas de banano en Urabá, Colombia (en línea). Fitosanidad 15(2):91-97. Consultado 15 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/387xZQ3

Olsen, S; Cole, C; Watanabe, F; Dean, LA. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular 939. Washington, Distrito Columbia, Estados Unidos de América. USDA. 22 p.

Patrick, W. 2002. Modification of method of particle size analysis. Soil Science Society of America Proceedings 22:366-367.

Pautasso, J. 2013. Eficiencia agronómica de fósforo: efecto de fuentes líquidas y sólidas en suelos con presencia de calcáreo en Entre Ríos (en línea). Tesis MSc. Buenos Aires, Argentina, Universidad de Buenos Aires. 78 p. Consultado 10 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nukqAY

Pérez, L; Dita, M; Martínez, E. 2014. Technical Manual Prevention and diagnostic of *Fusarium* Wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (TR4). Mitigating the Threat and Preventing its Spread in the Caribbean (en línea). West Indies University. FAO. Port Spain, Trinidad y Tobago. 76 p. Consultado 09 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/2Wq7nUV

Pizzo, N. 2013. Diagnóstico y control de una marchitez en cambur (*Musa* AAA cv. 'pineo gigante'.) en la zona de Santa Cruz, estado Aragua. Tesis Ing. Agr. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela. 56 p.

Rincón, J; Gallardo, Y; Leal, L; Rojas, Y. 2003. Efecto de la relación calcio:fósforo en el suelo sobre el crecimiento y nodulación de plantas jóvenes de *Acacia mangium* (Willd) (en línea). Bioagro 15(2):97-105. Consultado 5 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/37kQul2

Rumbos, R; Pino, N; Gómez, C; Vera, J; Peña, M; López, B. 2016. Reporte de Falso Mal de Panamá (FMP) en plátano (*Musa* AAB) en el municipio Francisco Javier Pulgar del estado Zulia (en línea). Geominas 44(71):203-206. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en https://bit.ly/3mnhkNM

Sabadell, S. 2003. Etiología y epidemiologia del falso mal de Panamá en Canarias (en línea). Tesis Dr. Tenerife, España, Universidad Autónoma de Barcelona. 286 p. Consultado 12 sep. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nBp3cx

Salvacion, A; Cumagun, C; Pangga, I; Magcale, D; Cruz, P; Saludes, R; Solpot, T; Aguilar, E. 2019. Banana suitability and *Fusarium* wilt distribution in the

Philippines under climate change (en línea). Spatial Information Research. Consultado 8 sep. 2020. Disponible en https://doi.org/fnpp

Shen, Z; Ruan, Y; Wang, B; Zhong, S; Su, L; Li, R; Shen, Q. 2015. Effect of biofertilizer for suppressing *Fusarium* wilt disease of banana as well as enhancing microbial and chemical properties of soil under greenhouse trial (en línea). Applied Soil Ecology 93:111–119. Consultado 1 sep. 2020. Disponible en https://doi.org/fn94

Tukey, J. 1977. Exploratory data analysis. Reading, Massachusetts, Estados Unidos de América. Addison-Wesley Publishing Company. 712 p.

Walkley, A; Black, A. 1939. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid tritation method. Soil Science 37:29-38.

Actualización sobre el manejo de la marchitez por *Fusarium* Raza 4 Tropical en musáceas

Gustavo E. Martínez-Solórzano[1*], Juan C. Rey-Brina[1], Rafael E. Pargas-Pichardo[1], Milagros Dominguez[2]

[1]Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Maracay, Aragua, Venezuela. [2]Instituto Nacional de Sanidad Agrícola Integral (INSAI), Oficina Delta Amacuro. Tucupita, Delta Amacuro, Venezuela. *Correo electrónico: martinezgve@yahoo.es

RESUMEN

Las musáceas comestibles (plátanos, bananos) se ubican entre los cultivos y frutas más importantes, por su aporte nutricional y económico. En la actualidad pocos clones dominan la producción comercial a nivel mundial, restringiendo la variabilidad y aumentando la posibilidad de ser más vulnerables a enfermedades extremadamente peligrosas. Actualmente la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (*Foc* R4T) es considerada como la más letal para las musáceas, al no existir control eficiente y clones naturales que puedan sustituir los actuales. El objetivo de este trabajo fue presentar una revisión y análisis de investigaciones relacionada con las medidas utilizadas para enfrentar la marchitez por *Foc* R4T en musáceas comestibles. Ante un control deficiente de la enfermedad, se detallan las nuevas propuestas dentro del manejo integrado que involucran la exclusión, contención, prácticas culturales, control químico, control biológico y protocolos de bioseguridad. Así mismo el uso de clones resistentes obtenidos por mejoramiento convencional y biotecnología, con características diferentes a los actuales; o a través de nuevas técnicas como modificación o edición genética, que podría aportar características agronómicas y organolépticas similares a los actuales. Ante el primer reporte de *Foc* R4T en LAC todos los países se encuentran en riesgo, siendo necesario la promoción y ajuste de su manejo para resguardar la seguridad alimentaria la cual depende en gran medida de pequeños productores.

Palabras clave: banano, plátanos, producción, enfermedades.

Update on the management of Tropical *Fusarium* Wilt Race 4 in musaceae

ABSTRACT

Edible musaceae (plantains, bananas) are among the most important crops and fruits, due to their nutritional and economic contribution. Few clones currently dominate commercial production globally, restricting variability and increasing the possibility of being more vulnerable to extremely dangerous diseases. Currently the wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (*Foc* TR4) is considered the most lethal for musaceae, as there is no efficient control and natural clones that can replace the current ones. The objective of this work was to present a review and analysis of research related to the measures used to confront *Foc* TR4 wilt in edible musaceae. Faced with poor control of the disease, the new proposals within integrated management that involve exclusion, containment, cultural practices, chemical control, biological control and biosafety protocols are detailed. Likewise, the use of resistant clones obtained by conventional breeding and biotechnology, with different characteristics from the current ones; or through new techniques such as genetic modification or editing, which could provide agronomic and organoleptic characteristics similar to the current ones. Before the first report of *Foc* TR4 in LAC all countries are at risk, being necessary the promotion and adjustment of their management to protect food security which depends largely on small producers.

Key words: banana, plantain, production, diseases.

Recibido: 19/02/2020 - Aprobado: 27/08/2020

INTRODUCCIÓN

Las musáceas se ubican entre los cultivos y frutas más importantes, principalmente por su aporte nutricional y económico. Varios trabajos indican que la pulpa de fruta madura contiene vitamina C, riboflavina, tiamina, magnesio, potasio, fósforo, calcio, hierro, zinc, entre otros, además de proteínas, carbohidratos, fibra, varios antioxidantes como galocatequina, dopamina así como lectina, que es una proteína de carbohidratos que funciona como agente antiviral de amplio espectro (Kanazawa y Sakakibara 2000, Gavrovic *et al.* 2008, Blasco y Gómez 2014, Hapsari y Lestari 2016).

América Latina y el Caribe (LAC) contribuyen con 28 % de la producción mundial y más del 80 % de exportaciones de frutas frescas o procesadas (FAO 2019). En esta región se produce banano, en su mayoría a través del monocultivo de clones del subgrupo Cavendish y plátanos –subgrupo Plantain–, ambos dedicados para la exportación y consumo local, lo cual demuestra su importancia en la economía y seguridad alimentaria del continente americano (FONTAGRO 2019).

La producción de estos cultivos implica varios ciclos, que los definen como plantaciones permanentes o semipermanentes, y dada la naturaleza policíclica de algunos patógenos hacen que existan distintos niveles de susceptibilidad a varias enfermedades. Entre estas, la marchitez por *Fusarium*, es considerada como la más letal para las musáceas, debido que el patógeno causante de la misma puede sobrevivir en el suelo en estado de latencia por largo periodos de tiempo, con diferentes formas de dispersión (Li *et al.* 2015, Siamak y Zheng 2018, Martínez *et al.* 2020). Esta característica limita severamente su manejo o control, lo que hace necesario el desarrollo de nuevas propuestas a tal fin (Wang *et al.* 2014, Dale *et al.* 2017, Siamak y Zheng 2018).

El primer reporte de marchitez por *Fusarium* en banano, fue en Australia en 1874, y se identificó su agente causal como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*), hongo del suelo con tres razas (R) de acuerdo a su rango de hospederos. La única forma efectiva de manejar la enfermedad ha sido a través de la exclusión, diagnóstico y contención. Una vez que se detecta el primer foco de infección, todas las medidas deberán estar enmarcadas dentro del concepto de Manejo Integrado de la Enfermedad (MIE), donde debe prevalecer el conocimiento de la interacción hospedero-patógeno (Banano Cavendish – *Fusarium*), considerando que en casos de alta presión de inóculo, la mejor opción es el uso de variedades resistentes (Ploetz 2015).

El objetivo de este trabajo fue presentar una revisión y análisis de investigaciones relacionada con las medidas utilizadas para enfrentar la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (*Foc* R4T) en musáceas comestibles.

DESARROLLO

Agente causal de la enfermedad

Se señala a *Foc* R4T, recientemente clasificado como *Fusarium odoratissimum* (Maryani *et al.* 2019) como la causa de la marchitez por *Fusarium* en banano Cavendish y otros clones comestibles. Es un hongo del suelo con amplia capacidad de supervivencia a través de sus clamidosporas, que le permiten permanecer en estado de latencia sin hospederos naturales o tejidos colonizados, por largo periodo de tiempo, para luego activarse y dar inicio a la enfermedad (Martínez *et al.* 2020). Durante su proceso de dispersión en las plantaciones por varias vías –suelo, agua, herramientas, equipos agrícolas, ropa, botas, restos vegetales– se puede originar la introducción de nuevos alelos entre las poblaciones existentes, ocasionando grandes cambios en su estructura genética (Meldrum *et al.* 2013, Costa *et al.* 2014, Ploetz 2015, López y Castaño 2019).

A través de su reproducción asexual se producen microconidios, macroconidios y clamidosporas y aunque no existen reportes de su recombinación sexual se considera altamente variable. Utiliza mecanismos como mutación, elementos transponibles en el genoma, anastomosis hifal, flujo de genes y selección; además de poseer la habilidad para invadir el tejido vegetal, optimizar su crecimiento y propagarse dentro de la planta (Costa *et al.* 2014, Pegg *et al.* 2019). Puede ingresar a la planta a través de heridas en las raíces y espacios intercelulares, a diferencia de *Foc* R1 que solo lo hace por las heridas (Li *et al.* 2017).

Una vez realizada la penetración, puede invadir las células epidérmicas de las partes apicales y elongación de las raíces –sanas o dañadas–, y antes de

manifestarse los síntomas de la enfermedad, ya existe un avance y posicionamiento significativo de *Foc* en el xilema. No existe una forma práctica y efectiva de detectar plantas infectadas hasta que se expresen los síntomas externos, lo cual dificulta su manejo adecuado (Warman y Aitken 2018, Agrocalidad 2018, Pegg *et al.* 2019).

Al originarse la muerte de tejidos, el patógeno tiene la habilidad para desplazarse a zonas de las vainas exteriores del pseudotallo e inclusive en las venas centrales de las hojas, produciendo macroconidias y clamidosporas, lo cual podrían potenciar su propagación a consecuencia de prácticas de deshoje o despunte, que se realizan frecuentemente para el control del complejo sigatoka (Warman y Aitken 2018).

Se considera un patógeno hemibiotrófo, ya que la infección inicial establece una relación biotrófica con el huésped, pero finalmente pasa a condición de necrotrófo donde se destruye el tejido del huésped (Dita *et al.* 2018, Pegg *et al.* 2019). Es capaz de causar marchitez a bajos niveles de inóculo, pudiendo estar activo o pasivo a cierta profundidad en el suelo, con múltiples ciclos de infección en la plantación (Ploetz 2015).

Al originarse la infección, en la planta se activan mecanismos de defensa que incluyen compuestos antimicrobianos preexistentes o inducibles, proteínas relacionadas con la patogénesis, péptidos antimicrobianos pequeños y especies reactivas al oxígeno. Así mismo compuestos antioxidantes que conllevan a una acumulación de fitoalexinas que causan incremento de la cantidad total de polifenoles libres (Segura 2019). Durante el proceso de colonización del patógeno, se genera una formación extensa de conidios dentro del xilema que se mueven libremente en la corriente de transpiración hasta que son bloqueadas temporalmente por respuesta de defensa de la planta (Pegg *et al.* 2019).

La manifestación en campo de los primeros síntomas de la marchitez por *Foc*, inicialmente comienza en una o pocas plantas, debido a la baja presión de inoculo o por largo período de latencia del patógeno en el suelo, y su expresión está directamente relacionada con la presencia del ácido fusárico producido por hongo. A medida que progresa la enfermedad aumenta la cantidad de inóculo en el área y los síntomas se desarrollan más rápidamente, observándose mayor cantidad de plantas afectadas en un patrón aleatorio (Pegg *et al.* 2019). En algunas plantas la expresión de los síntomas no se detecta hasta el inicio de la floración. En las Figuras 1 y 2, se pueden observar los síntomas de la enfermedad en una planta de banano Cavendish, cultivada en Taiwán.

Figura 1. Planta de banano Cavendish con síntomas de la marchitez causada por *Foc* R4T en Taiwán. (Imagen cortesía del Dr. Miguel Dita, Bioversity)

En todos los casos la diseminación de la enfermedad entre plantas se produce mediante el contacto de raíces de plantas vecinas –propagación activa–, mientras que los nuevos focos de infección resultan de la dispersión pasiva del inóculo; esto resalta la importancia del protocolo de bioseguridad para *Foc* R4T –diseñado para reducir la cantidad de inóculo que llega al suelo– y la detección temprana de los focos de infección (Pegg *et al.* 2019).

Figura 2: Detalle en corte transversal y longitudinal del pseudotallo de planta de banano Cavendish afectada por Foc R4T en Taiwán. (Imagen cortesía del Dr. Miguel Dita, Bioversity).

Generalidades sobre el manejo de *Foc* R4T

Debido a la poca disponibilidad de clones resistente a *Foc* R4T, comercialmente viables y medidas de control efectivas, lo más indicado es evitar la entrada del patógeno en zonas libres del mismo y la implementación de estrategias eficientes dentro del MIP. Es indispensable una comprensión integral de su epidemiología que implica el conocimiento del patógeno dentro y fuera de los tejidos vegetales y su potencial para sobrevivir en condiciones extremas (Warman y Aitken 2018, Bubici *et al.* 2019).

Por su compleja naturaleza, *Foc* es particularmente difícil de controlar debido a: a) es un hongo del suelo capaz de sobrevivir en el mismo por más de 20 años en ausencia de hospederos naturales o alternativos con expresión asintomática; b) es un patógeno vascular que puede escapar de la acción de productos de control una vez que penetra en la planta; c) tiene la capacidad de propagarse por distintos medios (material vegetal, agua, suelo, hombre, maquinarias, entre otros) y (d) hay una prevalencia de sistemas de monocultivo de banano Cavendish –susceptible a este patógeno– en el contexto mundial (Hennessy *et al.* 2005, Bubici *et al.* 2019, Martínez *et al.* 2020).

Dita *et al.* (2018), indicaron que las estrategias a implementar para su manejo pueden variar de acuerdo a cuatro situaciones distintas: (i) Ausencia de *Foc*, donde es imprescindible adoptar medidas de exclusión para evitar su entrada a otras áreas libres del mismo; (ii) Primera incursión de *Foc*, donde las medidas de contención deben aplicarse rápida y escrupulosamente, mientras que las medidas de exclusión tendrán vigencia solamente en áreas cercanas, libres del patógeno; (iii) Baja prevalencia de *Foc*, donde su manejo se puede implementar; (iv) Alta prevalencia de *Foc*, donde las medidas de contención son obviamente inefectivas, y el MIE puede ser cuestionable, siendo necesario el uso de clones resistentes. Dada su reciente declaratoria en Colombia, los escenarios (i) y (ii) se corresponden con la región de LAC.

A continuación se indican limitaciones y bondades de un conjunto de estrategias para enfrentar el *Foc*:

1. Prácticas Culturales

a. Eliminación in situ de plantas infectadas.

Para evitar la propagación del *Foc* una vez determinada su presencia en el área, lo más indicado es la eliminación in situ de plantas infectadas o sospechosas. Se debe aplicar gran cantidad de urea para crear ambientes anaeróbicos y ayudar a acelerar la descomposición de tejidos vegetales, y así reducir el impacto ambiental que causa el uso de biocidas como glifosato o productos similares, o los hidrocarburos (Dita *et al.* 2018, Martínez *et al.* 2020). Se ha recomendado la eliminación de plantas vecinas o adyacentes al foco de infección detectado, para conformar un anillo simple o doble para reducir la diseminación del patógeno hacia áreas libres. Además es necesario complementar con otras estrategias como el uso de desinfectantes para la limpieza de botas, herramientas y maquinaria (Nel *et al.* 2007,

Meldrum *et al.* 2013, López y Castaño 2019). Las respuestas más consistentes han sido obtenidas con sales de amonio cuaternario que pueden generar desintegración de estructuras del patógeno (Huang *et al.* 2017). Estas sales actúan de manera efectiva al ser usadas para limpiar o esterilizar superficies, implementos y maquinarias, entre otras, a fin de minimizar la propagación de patógenos, con bajo impacto ambiental y sin causar corrosión (Nel *et al.* 2007, Meldrum *et al.* 2013).

b. Uso de altas temperaturas.

La incineración *in situ* de restos vegetales infectados es una práctica común en diversos países como Taiwán y Australia, utilizando para ello láminas de aluminio o zinc, para no afectar plantas vecinas sanas (Pérez *et al.* 2014). Otra variante es la solarización del suelo utilizando plásticos trasparentes para cubrir restos vegetales, repicados y tratados con urea o cualquier producto que pueda acelerar su descomposición (Pérez *et al.* 2014, Dita *et al.* 2018, Bubici *et al.* 2019). Hermanto *et al.* (2012), demostraron que en un suelo infectado con *Foc* R4T, sometido únicamente a este tratamiento, la aparición de la enfermedad se retrasó más tiempo que con la práctica de rotación de cultivo con maíz, durante dos siembras consecutivas y barbecho durante 10 meses.

La práctica de solarización del suelo para el control de plagas, está en función del tiempo y la temperatura. Se debe considerar que muchos patógenos, malezas y otras plagas, son mesófilos, por cuanto un umbral de temperatura de 37 °C es crítico, y los efectos del calor a temperaturas superiores a este punto durante cierto tiempo es letal para todos ellos (Abu-Irmaileh 2004, Parra *et al.* 2015). Por lo general con la solarización, las temperaturas pueden llegar a más de 45 °C en los primeros 15 cm, lográndose controlar muchas plagas en la zona radical –entre 10 a 30 cm–, al usar de cuatro a ocho semanas de solarización (Abu-Irmaileh 2004).

Esta práctica podría ser combinada con el uso de abonos orgánicos (compost, bokashi, entre otros), lográndose incrementar la temperatura del suelo en menor tiempo. Además causa un efecto biotóxico in situ al liberarse compuestos volátiles provenientes de la descomposición de las fuentes orgánicas (Abu-Irmaileh 2004). La solarización del suelo ha demostrado ser una práctica efectiva y amigable con el ambiente, que por su eficiencia económica y facilidad, así como las acciones sinérgicas con otras tácticas de manejo, permiten que sea incluida dentro del MIP (Abu-Irmaileh 2004, Parra *et al.* 2015).

c. Control de malezas.

Esta práctica además de contribuir a reducir la competencia por nutrimentos, agua y espacio con las malezas, conlleva a disminuir la presión del inóculo inicial presente en estos hospedantes alternos, considerados portadores endofíticos. En muchas ocasiones pueden presentarse como plantas asintomáticas, lo cual hace difícil su ubicación e identificación en campo (Hennessy *et al.* 2005, Pérez 2015, López y Castaño 2019). La raza 1 de *Foc* fue encontrada en *Paspalum fasciculatum*, *Panicum purpurescens*, *Ixophorus unisetus* y *Commelina diffusa*; mientras que la raza 4 subtropical de *Foc* se encontró en *Paspalum* spp., y *Amaranthus* spp. Así mismo, *Foc* R4T se ha señalado en raíces de *Chloris inflata*, *Euphorbia heterophylla*, *Cyanthillium cinereum* y *Tridax procumbens* (Hennessy *et al.* 2005, Dita *et al.* 2018).

Contrario a lo que comúnmente se asume, las clamidosporas de *Foc* son producidas constantemente una vez que el huésped es invadido, y su capacidad para colonizar y crecer saprofíticamente en los desechos aumenta la producción de las mismas, contribuyendo a su mayor persistencia en el suelo (Dita *et al.* 2018). Esto sugiere que *Foc* puede sobrevivir como endófito en otros sistemas y cuando el cultivo de bananos es replantado en el área, las malezas pueden actuar como reservorio de inóculo. El impacto de las prácticas de manejo de malezas en la dispersión de *Foc* y su supervivencia, necesitan más atención (Dita *et al.* 2018).

d. Rotación de cultivos o cultivos de cobertura.

La rotación de cultivos además de contribuir a mejorar algunas propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos, puede contribuir a reducir el inóculo de *Foc*, al crear un ambiente supresivo o al reducir o eliminar malezas con o sin síntomas. Se debe tener en cuenta estrategias como la siembra intercalada o rotación con especies no hospedantes del hongo, como yuca (*Manihot esculenta*) (Buddenhagen 2009), puerro chino (*Allium tuberosum* Rottler) y piña

(*Ananas comosus*), debido que *Foc* tiene la capacidad de colonizar otros cultivos (Buddenhagen 2009, Zhang *et al.* 2013, Wang *et al.* 2015, López y Castaño 2019, Martínez *et al.* 2020).

Dita *et al.* (2018) indicaron que el maní pinto (*Arachis pintoi*) como cobertura, redujo 20 % la intensidad de marchitez por *Fusarium* en bananos; además, se generó efecto positivo en el rendimiento al incrementar el peso del racimo. Pegg *et al.* (2019), indicaron que al utilizar el arroz como cultivo, en los suelos sumergidos, la población de *Foc* disminuyo a niveles no detectable en cuatro meses.

e. Manejo de suelos.

Al modificarse el microbioma suelo – planta se puede afectar la incidencia de marchitez por *Fusarium*, mediante la creación de ambientes supresores en el suelo o por obstaculizar la penetración del hospedador y la colonización (Dita *et al.* 2018). De acuerdo con Shen *et al.* (2015) y Dita *et al.* (2018), la presencia de una microbiota activa y funcionalmente diversa donde exista gran cantidad de colonias de microorganismos activos, debería tener mayor capacidad para suprimir la enfermedad. Adicionalmente, utilizar suelos bien drenados y aireados con menor contenido de arcilla, reducen la enfermedad, al mejorar el desarrollo radical y la actividad microbiana (Domínguez *et al.* 2001, Dita *et al.* 2018, Bubici *et al.* 2019).

El uso de materia orgánica (MO) altamente enriquecidas con microorganismos y aplicadas en diferentes dosis, es esencial para la salud del suelo y supresión de enfermedades (Larkin 2015, Dita *et al.* 2018). No obstante, existen riesgos en el manejo de la misma por desconocimiento de su naturaleza. La aplicación de estiércol de pollo, sin la debida descomposición, puede aumentar la enfermedad debido a mayor daño causado en la raíz. Esto por el efecto de las altas temperaturas generada por su descomposición, y que además conlleva a un menor pH del suelo. Ambos actúan como factores predisponentes para la enfermedad (Bonanomi *et al.* 2010, Dita *et al.* 2018, Martínez *et al.* 2020).

f. Riego y drenaje.

Las inundaciones pueden contribuir con la reducción de poblaciones de la mayoría de los organismos del suelo; sin embargo, la recontaminación del vacío biológico resultante, por *Foc* ocurre de manera rutinaria (Pegg *et al.* 2019). La aplicación de riego en altos volúmenes a través de canales de gravedad o ausencia de drenaje eficiente, favorecen el desarrollo de la enfermedad, así como su intensidad.

g. Nutrimentos.

La nutrición puede aumentar o disminuir la resistencia a plagas y enfermedades, debido a su efecto en el crecimiento, morfología, anatomía y, particularmente, en la composición química de las plantas, y pueden influir en la intensidad de las enfermedades (Yamada 1995, Dita *et al.* 2018). En el caso de *Foc*, esta condición puede ser más compleja, debido al impacto directo en el hábitat del patógeno (Domínguez *et al.* 2001, Dita *et al.* 2018).

El nitrato (NO^{3-}) aumenta el pH cerca de la rizosfera, contribuyendo a aumentar el contenido la lignina, manteniendo mayor tasa fotosintética y mejorando la absorción de nutrimentos relacionada con la resistencia. El amonio (NH_4) puede favorecer la penetración del hongo a través de las raíces, al mantener estable el contenido de lignina que afecta la regulación de la exudación de citrato que condiciona la intensidad de la enfermedad (Dita *et al.* 2018, López y Castaño 2019).

Una condición baja de fósforo en el suelo y plantas deficientes en potasio, conllevan a una alta incidencia y mayor susceptibilidad a la marchitez, mientras que el calcio y magnesio, parecen reducirla al estar asociados al aumento del pH (Dita *et al.* 2018). Mayor contenido de hierro podría promover la germinación de esporas *Foc* y aumentar la severidad de la enfermedad (Domínguez *et al.* 2001). El zinc (Zn) en óptimos niveles contribuye a mejorar la formación de tilosa barreras físicas que obstruyen el paso del patógeno hacia el rizoma (Dita *et al.* 2018). El silicio (Si), mejora las propiedades mecánicas y fisiológicas de las plantas, y contribuye a superar estrés bióticos y abióticos, e induce a la activación de resistencia mecánica y a la creación de una capa protectora externa (Wang *et al.* 2017, Bubici *et al.* 2019).

2. Uso de químicos

En general el uso de productos químicos, por la facilidad de obtención, empleo y rapidez con que se observan los resultados, es la estrategia más usada para el control de patógenos. No obstante, su uso

inadecuado e indiscriminado puede generar mutaciones o resistencia en la población de patógenos tratados, con efectos colaterales en humanos, animales y ambiente (Ramu *et al.* 2016, López y Castaño 2019).

En el caso de *Fusarium*, debido a sus estructuras de resistencia, la eficiencia de estos productos ha quedado comprometida. Existen pocas referencias sobre el control de *Foc* en campo mediante el uso de fungicidas, tal como el carbendazim, procloraz, propiconazole o benomil, o *in vitro* como fosfonato, ácido ambuico, organoestaño mandelatos, carbendazim, carboxina, propiconazol, benomilo y difenoconazol, requiriéndose mayor validación (Nel *et al.* 2007, Bubici *et al.* 2019, López y Castaño 2019).

Recientemente se reportó el uso de nanopartículas de plata (AgNPs) como sustancia antimicrobiana en diferentes productos para el control de microorganismos. Se ha observado mayor efectividad para el control de *Foc* R4T, a dosis de 200 a 400 $mL.L^{-1}$, aplicadas a intervalos ente 1 a 2 meses a plántulas de bananos, en suelos previamente solarizados por 3 meses, lo cual ha incrementado su uso entre productores (Almomany *et al.* 2019): no obstante, se recomienda efectuar mayor cantidad de pruebas en campo, antes de recomendar su uso.

3. Uso de extractos y aceites esenciales de plantas con propiedades antifúngicas

Los métodos alternativos para el control de enfermedades se han estudiado con énfasis en nuevos compuestos como extractos vegetales y bioaceites con propiedades de fungicidas derivados de diversas fuentes de recurso fitogenéticos y algunos han sido reportados para el control de *Foc*, tales como extractos de plantas de pimienta (*Piper betle*), neem (*Azadirachta indica*), ajenjo (*Artemessia annua*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), albahaca (Ocimum sanctum) y ruibarbo (*Rheum emodi*) (Villa *et al.* 2015, López y Castaño 2019, Oltehua *et al.* 2019).

En banano la eficacia de una formulación comercial a base de extractos metanólicos de hojas de la planta trompeta del diablo (*Datura metel*), que contenía también agentes emulsificantes, estabilizadores, solventes, y algunos microorganismos de control biológico redujo el crecimiento micelial en 90 %, mientras que en condiciones de campo, mostro reducción hasta del 65 % de la marchitez por *Foc* (Villa *et al.* 2015).

Aceites esenciales de clavos aromáticos (*Eugenia aromatica* y *Syzygium aromaticum*), canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume.), de hojas de Zimmu (*Allium* cepa L. x *Allium sativum* L.) y de puerro chino (*Allium ampeloprasum* var. *Porrum*), demostraron efecto inhibitorio sobre el crecimiento micelial y germinación de conidios, incluyendo la raza 4 (Villa *et al.* 2015, López y Castaño 2019). Adicionalmente se señala que los aceites esenciales de Oregano (*Origanum vulgare*) y Pimienta Tabasco (*Pimienta dioica*), a nivel *in vitro* pudieron inhibir el 100 % del crecimiento miceliar de *Foc* en concentraciones de 5.000, 3.000,1.000, 750 y 500 $\mu L.L^{-1}$ y 1.000, 3.000 y 5.000 $\mu L.L^{-1}$ respectivamente. Por lo que su uso en campo puede ser utilizado en tratamientos profilácticos como desinfección de material propagativo y herramientas de trabajo, entre otros (Oltehua *et al.* 2019).

4. Uso de control biológico

El control biológico ha ganado interés en los últimos años y ha tomado campo dentro de los programas de MIE (López y Castaño 2019); aunque, históricamente han generado resultados inconsistentes, debido a múltiples variables ambientales, genéticas, fisiológicas, entre otras difíciles de controlar, que pueden interactuar y estar presentes en cualquier agroecosistema (Bubici *et al.* 2019).

Varios trabajos indican presencia de colonias de *Fusarium* spp. no patogénicos en algunos suelos supresivos, generando comportamiento antagónico ante el desarrollo de cepas patogénicas de otros *Fusarium*, estableciendo competencia por carbono, nutrimentos, sitios de infección o inducción de resistencia sistémica (López y Castaño 2019). Efectos similares a los inducidos por bacterias promotoras del crecimiento vegetal y cepas no patogénicas de *Bacillus subtilis*, que inhiben el crecimiento micelial y colonizan los tejidos de la planta disminuyendo la incidencia de la enfermedad (Sun *et al.* 2011); igual situación se ha señalado para el caso de *Pseudomonas* (Saravanan *et al.* 2003, Lian *et al.* 2008, Thangavelu y Jayanthi 2009, Bubici *et al.* 2019, López y Castaño 2019).

Zapata (2019), observó que aislamientos de *Bacillus amyloliquefaciens* presentaron tendencia a la reducción de la incidencia y severidad de la marchitez por *Fusarium* en suelos contaminados artificialmente con *Foc* R1, en los primeros 28 días después de la inoculación. Igual comportamiento fue observado con bacterias biocontroladoras como *Burkholderia* sp., *Herbaspirillum* sp., Gamma-proteobacterias; y con los hongos *Gigaspora margarita*, *Glomus mosseae* y *Trichoderma harzianum* (Borges *et al.* 2007, Weber *et al.* 2007, Köberl *et al.* 2017, López y Castaño 2019). El uso de *Trichoderma* spp., en combinación con plantas sanas han mostrado excelentes resultados a escala comercial ante *Foc* R1, siendo necesario mayor cantidad de pruebas ante *Foc* R4T (Bermúdez 2014).

Otros microorganismos como *Serratia marcescens*, *Streptomyces griseus*, *Streptomyces violaceusniger*, inducen en *Fusarium* producción de hifas distorsionadas y lisis, inhibiendo formación y germinación de conidios, y degradación de la pared celular, similar a los causados por productos a base de quitosano (Al-hetar *et al.* 2011, Bubici *et al.* 2019, López y Castaño 2019).

5. Uso de promotores o inductores de resistencia

Las plantas generan gran cantidad de respuestas ante la presencia de entes invasores como patógenos o por el medio circundante, que les permiten reconocer al agresor y activar sus mecanismos de defensa. Las sustancias químicas o factores bióticos que desencadenan un cambio en el metabolismo de la planta son llamados elicitores, y la primera manifestación inducida en las plantas es la hipersensibilidad (HR), que consiste en una muerte celular localizada en el sitio de infección, generada por la presencia del ácido salicílico –AS– y la explosión oxidativa por las especies reactivas de oxígeno –ROS–, como el peróxido de hidrógeno –H_2O_2– y al radical súper óxido –O^{-2} –(Villa *et al.* 2014, Segura 2019).

Productos como ácido indolacético, acibenzolar-metil, menadiona bisulfito de sodio, fosfitos, y acibenzolar-S-metil, tienen la capacidad de acelerar la respuesta de defensa de la planta al ataque del patógeno; así como proporcionar una protección de larga duración, y disminuir la aplicación de plaguicidas químicos (Nel *et al.* 2007, Bermúdez 2014, Bubici *et al.* 2019, López y Castaño 2019).También existen reguladores de crecimiento de generación reciente donde se destaca el grupo de jasmonatos. Actúan principalmente como promotores de la defensa en plantas, por la activación enzimática generada por el metil jasmonato sobre plántulas de banano inoculadas con *Foc* R4T. Aun cuando se considera que no están bien establecido los mecanismos de acción del mismo, en plantas de Cavendish inoculadas con *Foc* R1 se ha observado acumulación endógena del mismo, que puede mejorar la resistencia a *Foc* R4T (Sun *et al.* 2011, Wu *et al.* 2013, Bermúdez 2014, Siamak y Zheng 2018, López y Castaño 2019).

La aplicación de inductores de resistencia sistémica se ha convertido en los últimos años en una herramienta estratégica en el manejo de las enfermedades (Bermúdez 2014, Villa *et al.* 2014).

6. Mejoramiento genético

Es la estrategia más indicada a mediano y largo plazo para manejar la enfermedad a través de cultivares resistentes; sin embargo, algunos atributos de las frutas, pueden no coincidir con las exigencias y demandas del mercado. El mejoramiento genético en musa puede realizarse por diferentes vías:

a. Convencional

Las musáceas comestibles son cultivos difíciles de mejorar genéticamente debido a la existencia de: 1) hibridación interespecífica que impide la transferencia de rasgos agronómicos deseables; 2) poliploidia; 3) largo ciclo de producción; 4) esterilidad de la mayoría de los cultivares; 5) baja variabilidad genética en el germoplasma. Adicionalmente se debe considerar que la introducción de múltiples genes resistentes a hongos, bacterias y virus, puede causar reducción considerable del rendimiento o intensificar otros rasgos agrícolas indeseables debido al vínculo genético (Tripathi *et al.* 2020). A pesar de ello, los programas de mejoramiento genético han obtenido cierto progreso y como resultado se han generado nuevos clones para su evaluación (Leiva 2006).

Muchos de estos programas se basan en la utilización de la resistencia encontrada en especies silvestres de *Musa*, tales como: *Musa acuminata* ssp. *burmannica*, *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* y *Musa acuminata*

ssp. *siamea*, también en los cultivares diploides Pak (AA), Pisan lilin (AA). Por consiguiente el mejoramiento convencional depende del desarrollo de diploides agronómicamente superiores, por lo que en un principio el mayor esfuerzo deberá concentrarse en la búsqueda y desarrollo del material diploide parental con resistencia genética a enfermedades o plagas de importancia económica, atributos agronómicos deseables como buen tamaño y excelente conformación del racimo, partenocarpia, porte bajo o enanismo, entre otros. Estos diploides mejorados son a su vez cruzados con cultivares triploides entre los cuales se encuentran Yangambi km 5 (*Musa* AAA), Saba (*Musa* ABB) y Pisang Ceylan (*Musa* ABB), que puedan producir semillas para desarrollar otros híbridos que incluye tetraploides (Rosales y Pocasangre 2002).

Fuentes de resistencia a *Foc* R4T han sido encontradas entre parentales silvestres tales como *Musa basjoo*, *M. itinerans*, *M. yunnanensi*, *M. nagensium*, *M. ruiliensis* y *M. velutina*, y en clones Pahang (*Musa* AA) y Calcutta 4 (Li *et al.* 2015, Siamak y Zheng 2018, Bubici *et al.* 2019, Martínez *et al.* 2020). En el caso de *M. yunnanensis*, se observaron altos niveles de ácido salicílico y citoquininas, alta concentración de fenoles, flavonoides y catequizas, y bajos niveles de ácido abscísico, e incremento de sustancias antioxidantes como la glutationa y ácido ascórbico; mientras que, en parentales de los bananos actuales, tal como *M. balbisiana* y *M. acuminata* ssp. *burmannica*, se observó mayor intensidad de la enfermedad (Li *et al.* 2015, Li *et al.* 2017, Martínez *et al.* 2020).

En la actualidad se cuenta con varios clones generados por organizaciones como Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas (FHIA), Centro de Investigación de Agricultura de Francia de Desarrollo Internacional (CIRAD), Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), Instituto Indio de Investigaciones Hortícolas (IIHR), Empresa Brasileña de Investigaciones Agropecuarias (EMBRAPA) (Vézina 2019, Martínez *et al.* 2020).

b. Uso de biotecnología

La micropropagación es una de las aplicaciones de la biotecnología más generalizadas del cultivo *in vitro*, y consiste en la propagación de plantas en un ambiente artificial controlado con el empleo de un medio de cultivo. La misma puede ser realizada a partir de órganos, tejidos y células de la planta donadora del explante, mediante métodos de regeneración como organogénesis formación de un primordio unipolar a partir de una yema con el subsiguiente desarrollo de un brote vegetativo y embriogénesis somática formación de un embrión a partir de una célula o grupo de ellas, que no es producto de la fusión de gametos (Galan *et al.* 2018). Se indican las alternativas de mayor impacto:

° **Variación somaclonal.**

La variación somaclonal comprende los cambios genéticos o epigenéticos inducidos durante la fase de callo de las células vegetales cultivadas *in vitro*, y se ha considerado como una herramienta importante para el mejoramiento genético que puede ser utilizada para inducir variabilidad genética para obtener características agronómicas deseable (Leiva 2006, Sánchez y Jiménez 2009).

El CIRAD conjuntamente con la empresa VITROPIC recientemente presentó el clon Ruby con características similares al Gran Enano y con sensibilidad mediana ante *Foc* R4T (Loeillet y Lescot 2019). De igual manera, somaclones Cavendish GCTCV-218 y GCTCV-219, de sabor y aspecto similar a Cavendish, han sido desarrollados en Taiwán por el Instituto de Investigaciones de Banano de Taiwán (TBRI), con resistencia intermedia a *Foc* R4T. Evaluaciones de campo en Filipinas revelan que el somaclon GCTCV-218 presentó un nivel de infección entre 0 a 10 %, mientras que el somaclon GCTCV-219 fue entre 0 a 4 %. Debido a sus similitudes con la fruta de los clones Cavendish, el somaclon GCTCV-218 ha presentado mayor aceptación comercial, y recientemente se han extendido a Mozambique. No obstante, en Australia, su comportamiento en campo durante tres años de evaluación presento hasta 68,8 % de infección por *Foc* R4T (Dale *et al.* 2017, Dita *et al.* 2018).

° **Mutagénesis química.**

A través de esta herramienta se ha desarrollado un método para el tratamiento de ápices meristemáticos en yemas de banano con un mutágeno químico (Etil-Metano-Sulfonato) mostrando que el genotipo de los mutantes es estable en generaciones sucesivas. En Brasil, cinco líneas de banano resistentes al marchitamiento por *Fusarium* fueron obtenidas después del tratamiento mutagénico *in vitro* (Bermúdez 2014).

° Transgénesis

Está referida a la transferencia de genes de un organismo a otro, o la mezcla de materiales genéticos entre especies que no pueden hibridarse por medios naturales, logrando la alteración selectiva y deliberada del genoma, al introducir, modificar o eliminar genes específicos mediante técnicas moleculares, que podrían generar plantas transgénicas, con resistencia a estrés biótico (Díaz *et al.* 2010, Holme *et al.* 2013).

Dale *et al.* (2017), lograron generar dos líneas de Cavendish transgénico: una transformada con un gen de resistencia a R4T proveniente de *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* (RGA2), y otra con un gen anti apoptosis derivado del nematodo *Caenorhabditis elegans* (Ced9). Estas fueron evaluadas en campo durante tres años contra plantas testigos Cavendish Gran Nain y Williams –susceptibles a R4T–, el somaclon GCTCV 218 (seleccionado en Taiwán por su tolerancia a R4T), y el clon DPM25 (Dwarf Parfitt Mutant) cultivar Cavendish irradiada con resistencia a la raza subtropical 4. Los resultados indicaron que el tratamiento testigo presento entre 67 y 100 % de plantas muertas o con síntomas, mientras que el tratamiento del GCTCV 218, fue tan susceptible como el cultivar Williams, al igual que el tratamiento del clon DPM25; mientras que, los tratamientos RGA2 y Ced9 no mostraron síntomas de la enfermedad. Este es el primer reporte de resistencia al marchitamiento por *Fusarium* en bananos transgénicos en el campo, lo cual representa avance significativo para evitar el colapso de la producción del banano Cavendish.

El incremento en los niveles de los genes de resistencia de *M. acuminata* ssp., *malaccensis* utilizados en la transgénesis puede reducir la infección de R4T, no obstante, estos genes aún no han sido identificados en su totalidad, pero se presume que el gen RGA2 puede estar involucrado. Por otro lado, el modo de acción de la resistencia a R4T mediada por Ced9 en bananos transgénicos tampoco está claro, así como la funcionalidad del gen anti apoptosis, puede ser preventivo de la muerte celular inducida por la acción fúngica (Dale *et al.* 2017).

Los conceptos de transformación cisgénesis e intragénesis se desarrollaron como alternativas a la transgénesis, y ambos implican que las plantas solo deben transformarse con material genético derivado de la propia especie o de especies estrechamente relacionadas capaces de hibridación sexual (Holme *et al.* 2013), pudiendo también existir como alternativa la transformación genética de la planta al alterar su cadena de ADN.

La edición del genoma basada en CRISPR-Cas9 se ha convertido en la herramienta más poderosa para este fin, debido a su capacidad de crear alteraciones precisas en el genoma de la planta. Recientemente, se logró la edición del genoma del banano basada en CRISPR-Cas9, y su potencial uso se evidenció ante su reciente aplicación para inactivar el virus de la raya, Banana Streak Virus (BSV). Su presencia en condiciones de estrés se activa en partículas virales infecciosas en progenitores que contienen en su genoma algún componente de *Musa balbisiana* y sus combinaciones –BB, AAB, ABB– que podrían ser usados como fuentes o progenitores en el mejoramiento del cultivo (Tzean *et al.* 2019, Tripathi *et al.* 2019, Tripathi *et al.* 2020).

7. Manejo integrado

El manejo integrado permite entender y manejar la complejidad de los agroecosistemas donde se involucra un patógeno. En el caso de *Foc* R4T es indispensable identificar las prácticas alternativas disponibles a ser utilizadas y probadas ampliamente en diferentes contextos, teniendo en cuenta el estado de la enfermedad, la diversidad de cultivares y los sistemas de producción (Dita *et al.* 2018).

En estos escenarios los análisis de riesgo son de alta prioridad, y al detectarse un brote de marchitez por *Foc*, un plan de erradicación de plantas y la contención de patógenos deben ser activados. El monitoreo continuo para la detección temprana es esencial, y una vez que la enfermedad está presente, las tácticas para suprimir el patógeno e impulsar las defensas de la planta son fundamentales, mientras que las medidas de exclusión y contención no deben ser descuidadas. Con el tiempo la marchitez por *Foc* alcanza niveles elevados donde su manejo es económicamente imposible y la erradicación de la parcela con la sustitución o rotación de cultivos, son inevitables, a menos que dispongan de cultivares resistentes. Todas estas tácticas de manejo no solo deben centrarse en la enfermedad, sino también en la productividad sostenible y seguir el principio de un proceso continuo de mejora (Dita *et al.* 2018).

De acuerdo con OIRSA (2009), Dita *et al.* (2010), MUSALAC (2011), Guzmán y Sandoval (2015), Dita *et al.* (2018), Bubici *et al.* (2019) y García *et al.* (2020), para definir las medidas de prevención es necesario identificar las posibles fuentes de contaminación tales como:

1. Visitantes y trabajadores que pudieron haber visitado plantaciones, viveros o áreas con historial de infestación por *Foc* R4T.
2. Origen del material vegetal o sustrato, los cuales son elementos determinantes para la diseminación de la enfermedad.
3. Suelo con estructuras del hongo adherido a equipos agrícolas, motores, vehículos, tractores, contenedores, herramientas, neumático, extremidades o pelaje de animales, zapatos, entre otros.
4. Artesanías, o alimentos con envolturas de restos vegetales, como hojas o vainas secas del pseudotallo, contentivos de esporas del hongo.
5. Agua contaminada.

Con respecto al ingreso de material vegetal a las fincas, se debe considerar:

a. Definir la necesidad de realizar su importación, considerando las implicaciones fitosanitarias para el país.
b. Si se procede a importar, debe hacerse preferiblemente de países libres de la enfermedad (Hermanto *et al.* 2012, Ordoñez *et al.* 2015, Dita *et al.* 2018, Vézina 2019) y solo en forma de cultivo *in vitro*, con todos los certificados fitosanitarios que indiquen de manera explícita, que el material está libre de *Foc* R4T.
c. Evitar movilizar cormos, suelo o partes de plantas, de una finca a otra, sin previo análisis del estado fitosanitario. Igualmente se recomienda llevar inventario de lotes a renovar, para hacer seguimiento al material de siembra, así como adquirir la semilla en fincas registradas.

Martínez *et al.* (2016) y García *et al.* (2020), afirman que las medidas de bioseguridad están dirigidas a:

- Restringir visitas a la unidad de producción, cumplir con los protocolos de bioseguridad para la desinfección de vehículos y calzados. Para el ingreso, a la finca se debe disponer de:
  a. puerta, con paso de nivel o cualquier implemento, que limite el libre acceso de vehículos o personas.
  b. batea, rodaluvio o piscina de desinfección de cauchos –capacidad mínima 50 L–, en la entrada de la finca con sal de amonio cuaternario en forma de cloruro de benzalconio (400 gramos i.a. L^{-1}), o cloruro de fenil metilo 50 % + alcohol isopropílico 2,7 %. De igual manera, los pasajeros a bordo de las unidades que ingresan deberán proceder al proceso de desinfección de sus calzados.
  c. zona de bioseguridad para la recepción de visitantes, cuya ubicación garantice que no haya riesgo de infección o contaminación a las instalaciones de la finca.

En el interior de la finca deberán existir pediluvios con la misma solución desinfectante, que servirá además para desinfección de las herramientas. El mantenimiento de los pediluvios y rodaluvios, debe ser periódico y la solución desinfectante debe ser a menudo renovada, y contar con protección o techo, para evitar su dilución en épocas de lluvias. También, se deben realizar campañas de concientización –charlas– al personal de campo, sobre la importancia de la desinfección para evitar la diseminación de la enfermedad

- Eliminación *in situ* de plantas con síntomas sospechosas, las cuales serán repicadas con aplicación de sal cuaternaria a altas dosis en los restos vegetales y en el lugar donde se encontraba la misma, colocando plástico sobre el material vegetal y suelo por tres meses, definiendo el área de encierro –que puede abarcar anillos de contención con plantas adyacentes– a fin de evitar su perturbación; y construcción de pequeño canal para evitar la escorrentía de agua. Adicionalmente se recomienda aplicar gran cantidad de cal en polvo en todo el encierro.
- Después de tres meses, en el área definida como encierro se retira el plástico y se aplica abundante MO –materia orgánica– ayudado con un tridente –Hércules– para facilitar la aireación e incorporación de la misma conjuntamente con aplicación de pool de organismos antagonistas a hongos y bacterias –*Trichoderma* spp., *Bacillus* spp., entre otros–, los cuales deberían ser aplicados cada 15

días con adición de soluciones de ácido húmico que facilitan su acción. Entre 25 a 30 días después, se procede con la siembra de leguminosas por dos ciclos consecutivos, con corte e incorporación de su biomasa, más la adición continua de MO y organismos benéficos manteniendo la misma frecuencia de aplicación. Durante todo el proceso de recuperación el control de malezas es indispensable para evitar hospederos alternos de *Foc* R4T.

- Posterior al segundo ciclo de las leguminosas acompañado de las practicas indicadas, se puede proceder a la siembra de material de musáceas (limpio, vigoroso y sano) preferiblemente proveniente de cultivo *in vitro*, previamente inoculado con *Trichoderma* spp., o microorganismos benéficos, para iniciar nuevas plantaciones con aplicación continúa de MO y microorganismos benéficos, con evaluación y supervisión constante.

Se debe considerar que al utilizar plántulas *in vitro* es necesario reconstruir su microbioma con organismos benéficos, antes de la siembra, para activar el sistema de defensa de estas, debido que a nivel de la rizosfera debe existir equilibrio constante entre distintas comunidades de microorganismos –benéficos o dañinos– para no desencadenar situaciones ambiguas que conlleven a cuadros patológicos (Dita *et al.* 2018, Bubici *et al.* 2019, Martínez *et al.* 2020). Se ha demostrado que este tipo de plántulas tienden a ser más susceptible a la marchitez por *Fusarium* una vez instaladas en campo en comparación con las provenientes por propagación convencional (Whiley *et al.* 1998), lo cual es atribuído al hecho que a través de la biotecnología se realiza limpieza total del material, eliminando todos los microorganismos –benéficos o dañinos– que pueden contribuir, retrasar, minimizar o bloquear el efecto de *Foc*, quedando las plántulas vulnerables (Dita *et al.* 2018).

A pesar de la larga trayectoria de *Foc* causando la marchitez en banano a nivel mundial, equivalente a 146 años, el mayor desafío para su manejo será limitarlo a un área y evitar su dispersión, aplicando todas las medidas contempladas en el MIE. Esto dependerá a su vez, de la detección temprana del foco de infección, destrucción de plantas infectadas y tratamiento intensivo del suelo con énfasis en tratar de repotenciar la microbiota, al igual que las medidas de bioseguridad e identificación de las posibles fuentes de contaminación, siendo de urgente necesidad la aplicación de metodologías efectivas para detectar el patógeno en otros medios como el agua.

Al considerar que la mayor parte de la producción mundial de musáceas involucra pequeños productores, y dado que *Foc* R4T es prácticamente imposible de erradicar, su intento por contener la enfermedad a través de la eliminación in situ de plantas afectadas. Plantas enfermas han sido cortadas en trozos y colocadas en fosas, con aplicación de cal y cubiertas con tierra y se han establecido anillos de contención, en regiones altamente afectadas como Taiwán y China. Pero se ha fallado al dejar al descubierto en el terreno, en canales de riego o ríos, restos de plantas enfermas, observándose en corto tiempo rápido incremento de su propagación, lo cual demuestra la necesidad de ejecutar acciones inmediatas al detectarse por primera vez (Pegg *et al.* 2019).

A través de la historia, los productores de la región de LAC han adoptado medidas de manejo de la marchitez por *Fusarium* basadas en la agricultura migratoria. Con siembras anuales escalonadas, siembras en tierras vírgenes libre del patógeno, aplicadas a cultivos de clones susceptibles a las razas R1 y R2 de *Foc*, han podido sembrar por pocos ciclos, debido a la dinámica poblacional del hongo y fallas en el manejo de la enfermedad. Pero en el caso de *Foc* R4T, todas esas prácticas ancestrales, quedarán sin efecto por el alto nivel de agresividad de esta nueva raza (Martínez *et al.* 2020). Esta puede atacar otros clones diferentes al subgrupo Cavendish, como los subgrupos Silk –banano Manzano, *Musa* AAB– y Bluggoe –*Musa* ABB–, los cuales originalmente son susceptibles a las R1 y R2, respectivamente (Aguayo *et al.* 2020), y se pueden presentar síntomas muy similares indistintamente de la raza y el clon atacado, y en algunos casos las plantas se pueden presentar de manera asintomática, lo que complica su identificación, diagnóstico y evaluación en campo (Martínez *et al.* 2020).

Las enormes pérdidas económicas que ha causado *Foc* R4T en muchos países productores a nivel mundial y su primer reporte en el continente americano –Guajira Colombiana–, hacen que todos los países de

la región LAC, con especial atención Ecuador, Panamá y Venezuela, se encuentren en condiciones de alto riesgo, debido al flujo constante de personas o vehículos. Por ello, a los fines de ajustar las medidas de manejo a implementar se requiere darle prioridad a la revisión de los análisis de riesgo ante la eminente amenaza para la producción y seguridad alimentaria que dependen en gran parte de los pequeños productores.

La sustitución de los bananos actuales susceptibles a *Foc* R4T, tal como sucedió con el clon Gros Michel ante *Foc* R1, se vislumbra como la opción de manejo de la enfermedad más indicada en corto y mediano plazo; sin embargo, se deberá considerar que su obtención por la vía convencional es un desafío por las limitaciones propias del cultivo –poliploidia, esterilidad, hibridación que impiden la transferencia de rasgos deseables, largo tiempo requerido para lograrlo, entre otras–, además de su vida útil ante nuevas cepas o razas.

Es necesario el uso de nuevas técnicas de mejoramiento que conllevan a la modificación genética y la edición del genoma, que tienen el potencial de desarrollar clones resistentes a enfermedades. Entre ellas destaca el sistema CRISPR-Cas9 que contempla la eliminación de genes, reemplazo de bases, edición múltiple de genes y la regulación de la transcripción de genes en plantas (Tripathi *et al.* 2019, Tzean *et al.* 2019).

Por consiguiente, la nueva era de los bananos originada en esta ocasión por *Foc* R4T, podría estar dominada por estos nuevos clones; sin embargo, es necesario puntualizar y hacer énfasis en las marcadas diferencias existentes entre organismos transgénicos y los creados por la técnica CRISPR-Cas9 o inserción de genes del mismo género. Por cuanto, los obtenidos por esta última técnica no deberían ser catalogados como transgénicos, debido que además de poder crear incertidumbre y conflictos a nivel de los consumidores, su liberación y comercialización pudiera enfrentar obstáculos por los complicados procesos de aprobación regulatoria en muchos países.

CONCLUSIONES

El futuro del manejo de la enfermedad en estos cultivos estará enmarcado en los siguientes términos: 1) A corto plazo: aplicación del MIP para su contención o para evitar su propagación a nuevas áreas. 2) A mediano plazo: uso de clones resistentes, que podría implicar cambios en patrones de consumo al obtenerse materiales con características diferentes a los actuales, sin garantizar además, su inmunidad ante posibles nuevas razas o VCG a través del tiempo. 3) A largo plazo: clones con las mismas características agronómicas y organolépticas de los actuales, obtenidos a través de nuevas técnicas que involucran la edición genética.

LITERATURA CITADA

Abu-Irmaileh, B. 2004. Solarización del suelo. In Labrada, R; Caseley, J; Parker, C. (eds.). Estudio FAO producción y protección vegetal. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo (Adendum I) (en línea). Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://bit.ly/39t8KtL

Agrocalidad. 2018. Guía de identificación de *Foc* R4T. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador. 26 p.

Aguayo J; Cerf-Wendling, I; Folscher, A; Fourrier-Jeandel, C; Loos, R; Mathews, M; Mostert, D; Renault, C; Wilson, V; Viljoen, A. 2020. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 (TR4) causing banana wilt in the Island of Mayotte (en línea). American Phytopathological Society Journal Consultado 11 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/2JAbqe8

Al-hetar, M.; Zainal, M.; Sariah, M.; Wong, M. 2011. Antifungal activity of Chitosan against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (en linea). Journal of Applied Polymer Science 120(4):2434-2439. Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/bt3c55

Almomany, A; Salem, N; Tahat, M. 2019. Effect of Nano Technology in Combination with Soil Solarization to Control Panama Disease of Banana in Jordan Valley (en linea). YYU Journal of Agricultural Science. 29:16-23. Consultado el 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fkvf

Bermúdez I. 2014. Herramientas biotecnológicas para el combate de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en *Musa* spp. Biotecnología Vegetal 14 (4): 195–202.

Blasco, G; Gómez, F. 2014. Propiedades funcionales del banano (*Musa* sp.) Functional properties of banana (*Musa* sp.). Artículo de revisión. Revista Médica Universidad Veracruzana 14(2):22-26.

Bonanomi, G; Antignani V; Capodilupo, M; Scala, F. 2010. Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases (en línea). Soil Biology Biochemistry 42:136-144. Consultado el 12 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/bqq6wt

Borges, A; Vilar, A; Matos, A; Da Silva, F. 2007. Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 42(1):35-41.

Bubici, G; Kaushal M; Prigigallo, M; Gómez, C; Mercado, J. 2019. Biological control agents against *Fusarium* wilt of banana (en linea). Frontiers on Microbiology 10:616. Consultado el 13 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/fkvg

Buddenhagen, I. 2009. Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and history of introduction of 'tropical race 4' to better manage banana production. Acta Hortícola 828:193-204.

Costa, S; Braganca, C; Ribeiro, L; Amorim, E; Oliveira, S; Dita, M; Laranjeira, M; Haddad, F. 2014. Genetic structure of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in different regions from Brazil (en línea). Plant Pathology 64(1):1-11. Consultado el 22 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fkvh

Dale, J; James, A; Paul, J; Khanna, H; Smith, M; Peraza, S; García, F; Kema, G; Waterhouse, P; Mengersen, K; Harding, R. 2017. Transgenic Cavendish bananas with resistance to *Fusarium* wilt tropical race 4 (en línea). Nature Communications 8(1):1496. Consultado el 13 de ene. 2020. Disponible en https://doi.org/gckmbf

Díaz, M; Zappacosta, D; Franzone, P; Ríos, R. 2010. Aplicación de la transformación genética al mejoramiento vegetal. *In* Levitus, G; Echenique; G; Rubinstein, C; Hopp, E; Mroginski, C. (eds.). Biotecnología y mejoramiento vegetal II. Buenos Aires, Argentina, INTA. 2ed. p. 243-256.

Dita, M; Barquero, M; Heck, D; Mizubuti, E; Staver, C. 2018. *Fusarium* Wilt of Banana: Current Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management (en línea). Frontiers in Plant Science 9:1468. Consultado el 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/gfjvt2

Dita, M; Waalwijkb, C; Buddenhagenc, I; Souza, M; Kemab, G. 2010. A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana *Fusarium* wilt pathogen (en línea). Plant Pathology 59:348-357. Consultado el 04 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/fctbdp

Domínguez, J; Negrín, M; Rodríguez C. 2001. Aggregate water-stability, particle-size and soil solution properties in conducive and suppressive soils to *Fusarium* wilt of banana from Canary Islands (Spain) (en línea). Soil Biology and Biochemistry 33:449-455. Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/d4wkmm

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2019. Base datos (FAOSTAT): Superficie, producción y exportación de banano y plátano (en línea, base de datos). FAOSTAT, Roma, ITA. Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://bit.ly/39uHXgI

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, EEUU). 2019. Agenda de investigación para la exclusión, prevención y manejo de brotes de la raza 4 tropical de *Fusarium* (R4T) en el cultivo de Musáceas de América Latina y el Caribe (ALC) (en línea). Taller Técnico. Memorias. FONTAGRO, AGROSAVIA, BID. Bogotá, Colombia. 73 p. Consultado el 09 dic. 2019. Disponible en https://bit.ly/3lqT64q

Galán, V; Rangel, A; López J; Pérez, J; Sandoval, J; Souza, H. 2018. Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones (en línea). Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 40(4). Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fkvk

García, F; Pachacama, S; Jarrín, D; Iza, M; Ayala, M; Ortiz, H; Dix, O; Echegaray, J; Farfán, D; Bartolini, I: Beltrán, C; Zeballos, G. 2020. Guía

andina para el diagnóstico de *Fusarium* Raza 4 Tropical (R4T) *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (syn. *Fusarium odoratissimum*) agente causal de la marchitez por *Fusarium* en musáceas (plátanos y bananos) (en línea). Edit. Secretaría General Comunidad Andina. Consultado 13 jun. 2020. Disponible en https://bit.ly/3mpTYYl

Gavrovic-Jankulovic, M; Petersen, A. 2008. A novel recombinantly produced banana lectin isoform is a valuable tool for glycoproteomics and a potent modulator of the proliferation response in CD3+, CD4+, and CD8+ populations of human PBMCs (en línea). The International Journal of Biochemistry & Cell Biology 40 (5): 929-941. Consultado 13 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/dzkbxf

Guzmán M; Sandoval, J. 2015. Mal de Panamá o marchitez por *Fusarium* raza 4 tropical (*Foc* RT4) una seria amenaza para la producción de bananos y plátanos en Costa Rica y el mundo. Recomendaciones para prevenir el ingreso de *Foc* RT4 en fincas bananeras de Costa Rica. CORBANA. Hoja divulgativa N° 6-2015

Hapsari, L; Lestari, D. 2016. Fruit characteristic and nutrient values of four Indonesian banana cultivars (*Musa* spp.) at different genomic groups (en línea). AGRIVITA. Journal of Agricultural Science 38(3):303-311. Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fkvm

Hennessy, C; Walduck, G; Daly, A; Padovan, A. 2005. Weed hosts of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in northern Australia (en línea). Australasian Plant Pathology 34:115-117. Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/bpkffc

Hermanto, C; Djatnika, E; Emilda, D; Mujiman, S. 2012. Pre-planting treatments for management of banana *Fusarium* wilt (en línea). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 7(4):260-265. Consultado 22 dic. 2019. Disponible en https://bit.ly/3fVwaJM

Holme, I; Wendt, T; Holm, P. 2013. Intragénesis y cisgénesis como alternativas al desarrollo de cultivos transgénicos (en línea). Revista de biotecnología vegetal 11 (4). Consultado 13 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/3obU7PG

Huang, Z; Liuyang, R; Dong, Ch; Lei, Y; Zhang, A; Lin, Y. 2017. Polymeric quaternary ammonium salt activity against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4: Synthesis, structure-activity relationship and mode of action (en línea). Reactive and Functional Polimers 114:13-22. Consultado 22 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/f98kfc

Kanazawa, K; Sakakibara, H. 2000. High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana (en línea). Journal of Agricultural and Food Chemistry 48:844-48. Consultado 13 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/cvhw72

Köberl, M; Dita, M; Martinuz, A; Staver, C; Berg G. 2017. Members of Gammaproteobacteria as indicator species of healthy banana plants on *Fusarium* wilt-infested fields in Central America (en línea). Scientific Report 7:45318. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/b5q9

Larkin, R. 2015. Soil health paradigms and implications for disease management. Annual Review of Phytopathology 53:199-221.

Leiva, M. 2006. Mejoramiento genético tradicional y empleo de técnicas biotecnológicas en la búsqueda de resistencia frente a los principales patógenos fúngicos de *Musa* spp. Biotecnología Vegetal 6 (3):131-147.

Li, C; Yang, J; Li, W; Sun, J; Peng, M. 2017. Direct root penetration and rhizome vascular colonization by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* are the key steps in the successful infection of Brazil Cavendish (en línea). Plant Disease 101:2073-2078. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/gckmwq

Li, W; Dita, M; Wub, W; Hua, G; Xie, J; Geb, X. 2015. Resistance sources to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana wild relatives (en línea). Plant Pathology 64:1061-1067. Consultado 06 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/fkvn

Lian, J; Wang, Z; Zhou, S. 2008. Response of endophytic bacterial communities in banana tissue culture plantlets to *Fusarium* wilt pathogen infection (en línea). Journal General and Applied Microbiology 54(2):83-92. Consultado 14 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/dqq5t2

Loeillet, D; Lescot, L. 2019. TR4: the day after tomorrow. World banana market (en línea). Fruitrop Magazine 266: 20-25. Consultado 28 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/36m6t1y

López, S; Castaño, J. 2019. Manejo integrado del mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. sp. *cubense* (E.F. SM.) W.C. Snyder & H.N. Hansen: una revisión (en línea). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 22(2):e1240. Consultado 28 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fkvp

Martínez, G; Rey, J; Castro, L; Micale, E; López, O; Pargas, R; Manzanilla, E. 2016. Marchitez en banano Cavendish, en la región central de Venezuela, asociado a un complejo Hongo – Bacteria (en línea). ACORBAT 2016. Miami. USA. Proceeding. Consultado 06 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/33tCtio

Martínez, G; Rey, J; Pargas, R; Manzanilla, E. 2020. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 31(1):259-276. Consultado 18 feb. 2020. Disponible en https://bit.ly/37ho3TO

Maryani, N; Lombard, L; Poerba, Y; Subandiyah, S; Crous, P; Kema, G. 2019. Phylogeny and genetic diversity of the banana *Fusarium* wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. Studies in Mycology 92:155–194.

Meldrum, R; Daly, A; Tran-Nguyen, L; Aitken, E. 2013. Are banana weevil borers a vector in spreading *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in banana plantations? (en línea). Australasian Plant Pathology 42:543–549. Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fkvq

Molina, A; Fabregar, E; Sinohin, V; Yi, G; Viljoen, A. 2009. Recent occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 in Asia. Acta Hortícola 828:109-116.

MUSALAC (Red Latinoamericana y del Caribe para la Investigación y el Desarrollo de las Musáceas, Costa Rica) 2011. Recomendaciones para viajeros (en línea). Consultado 28 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/33rVd1S

Nel, B; Steinberg, C; Labuschagne, N; Viljoen, A. 2007. Evaluation of fungicides and sterilants for potential application in the management of *Fusarium* wilt of banana (en línea). Crop Protection (United Kingdom). 26(4):697-705. Consultado 13 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/cz59h6

OIRSA (Organismo Regional Internacional de Sanidad Agropecuaria). 2009. Reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la raza tropical 4 de *Fusarium*, BBTV y otras plagas de musáceas para la región del OIRSA, America Latina y el Caribe (en línea). Documentos de Programa y Resúmenes de la Reunión OIRSA Sede Central, San Salvador, El Salvador. 72 p. Consultado 28 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/39BM9v4

Oltehua, M; Martínez, L; Ortiz, G; Martínez, M; Orozco, M; Manzo, G. 2019. Susceptibilidad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* causante del mal de Panamá en plátano manzano (*Musa* sp., ABB) a aceites esenciales. Revista Agricultura Tropical 5(1):56-60.

Ordoñez, N; García, F; Laghari, H; Akkary, M; Harfouche, E; Awar, B. 2015. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 causing Panama disease in Cavendish bananas in Pakistan and Lebanon (en línea). Plant Disease Notes 100:209. Consultado 09 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/fkv5

Parra, M; Sobrero, M; Pece, M. 2015. Solarización: una alternativa de control de malezas para viveristas (en línea). Foresta Veracruzana 17(1):9-16. Consultado 13 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/36oqAw7

Pegg, K; Coates, L; O'Neill, W; Turner, D. 2019. The Epidemiology of *Fusarium* Wilt of Banana (en línea). Frontiers in Plant Science 10:1395. Consultado 06 ene. 2020. Disponible en https://doi.org/fkv6

Pérez, L. 2015. Las mejores prácticas para la prevención de la raza 4 tropical de la marchitez por *Fusarium* y otras enfermedades exóticas en fincas bananeras. Fitosanidad. 19(3):243-250.

Pérez, L; Dita, M; Martinez, E. 2014. Prevention and diagnostic of *Fusarium* wilt (Panama disease) of banana caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tropical race 4 (TR4) (en linea).

Proceedings Regional Workshop on the Diagnosis of *Fusarium* Wilt (Panama disease) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4: Mitigating the Threat and Preventing its Spread in the Caribbean, St. Augustine, Trinidad and Tobago. FAO, Rome, Italy. 74 p. Consultado 22 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/39viSlK

Ploetz, R; Freeman, S; Konkol, J; Al-Abed, A; Naser, Z; Shalan, K; Barakat, R; Israeli, Y. 2015. Tropical race 4 of Panama disease in the Middle East. Phytoparasitica 43:283–293.

Ramu, V; Venkatarangaiah, K; Krishnappa, P; Shimoga Rajanna, S; Deeplanaik, N; Chandra A; Kini, K. 2016. Identification of biomarkers for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* infection and *in Silico* studies in *Musa paradisiaca* cultivar Puttabale through proteomic approach (en línea). Proteomes 4(1):9. Consultado 22 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/fkv7

Rosales F; Pocasangre L. 2002. Mejoramiento convencional de banano y plátano: Estrategias y logros (en línea). Reunión ACORBAT XV. Proceeding. Medellin. Colombia. Consultado 22 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/3lpxlCe

Sánchez, N; Jiménez, V. 2009. Técnicas moleculares para la detección de variantes somaclonales. Agronomía Mesoamericana 20(1):135-151.

Saravanan, T; Muthusamy, M; Marimuthu, T. 2003. Development of integrated approach to manage the *Fusarium* wilt of banana (en línea). Crop Protection (United Kingdom). 228(9):1117-1123. Consultado 22 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/fms84q

Segura, A. 2019. ¿Cómo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*), daña los tejidos del banano y que mecanismos de defensa existen en las plantas resistentes para evitarlo? (en línea). Serie Frutales, N° 58. Artículos Técnicos INTAGRI. México 17 p. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://bit.ly/33rUZry

Shen, Z; Ruan YChao, X; Zhang, J; Li R; Shen Q. 2015. Rhizosphere microbial community manipulated by 2 years of consecutive biofertilizer application associated with banana *Fusarium* wilt disease suppression (en línea). Biology and Soil Fertility 51:553-562. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/f7d68g

Siamak, S; Zheng, S. 2018. Banana *Fusarium* Wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) control and resistance, in the context of developing wilt-resistant bananas within sustainable production systems (en línea). Horticultural Plant Journal 4(5):208–218. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/fkv8

Sun, B; Peng, M; Wang, Y; Zhao, P; Xia, Q. 2011. Isolation and characterization of antagonistic bacteria against *Fusarium* wilt and induction of defense related enzymes in banana. African Journal of Microbiology Research 5(5):509-515.

Thangavelu, R; Jayanthi, A. 2009. A RFLP analysis of rDNA-ITS regions of native non-pathogenic *Fusarium oxysporum* isolates and their field evaluation for the suppression of *Fusarium* wilt disease of banana (en línea). Australasian Plant Pathology 38(13):13-21. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/fh9x62

Tripathi, L; Ntui, V; Tripathi, J. 2020. CRISPR/Cas9-based genome editing of banana for disease resistance (en línea). Current Opinion in Plant Biology 56:118–126. Consultado 10 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/fkv9

Tripathi, J; Ntui, V; Ron, M; Muiruri, S; Britt, A; Tripathi, L. 2019. CRISPR/Cas9 editing of endogenous banana streak virus in the B genome of Musa spp. overcomes a major challenge in banana breeding (en línea). Communications Biology 2:46. Consultado 15 feb. 2020. Disponible en https://doi.org/cz8k

Tzean, Y; Lee, M; Jan, H; Chiu, Y; Tu, T; Hou, B; Chen, H; Chou, C; Yeh, H. 2019. Cucumber mosaic virus-induced gene silencing in banana (en línea). Scientific Reports 9:11553. Consultado 15 feb. 2020. Disponible en https://doi.org/fm54

Vézina, A. 2019. Tropical race 4. *In* Musapedia, the Banana Knowledge Compedium (en línea) Bioversity International. PROMUSA. Consultado 13 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/2VrbJdX

Villa, A; Pérez, R; Morales, H; Basurto, M; Soto, J; Martínez, E. 2015. Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad

antifúngica de extractos vegetales (en línea). Acta Agronómica 64(2):194-205. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/fkwc

Wang, B; Li, R; Ruan, Y; Ou, Y; Zhao, Y; Shen, Q. 2015. Pineapple–banana rotation reduced the amount of *Fusarium oxysporum* more than maize–banana rotation mainly through modulating fungal communities (en línea). Soil Biology and Biochemistry 86:77-86. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/fkwd

Wang, M; Gao, L; Dong, S; Sun, Y; Shen, Q; Guo, S. 2017. Role of silicon on plant–pathogen interactions (en línea). Frontiers Plant Science 8:701. Consultado 28 dic. 2019. Disponible en https://doi.org/f97bj7

Wang, Z; Jia, C; Li, J; Huang, S; Xu, B; Jin, Z. 2014. Activation of salicylic acid metabolism and signal transduction can enhance resistance to *Fusarium* wilt in banana (*Musa acuminate* L. AAA group, cv. Cavendish) (en línea). Functional and Integrative Genomics 15:47-62. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/f6w5m5

Warman, N; Aitken E. 2018. The movement of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (sub-tropical race 4) in susceptible cultivars of banana (en línea). Frontiers Plant Science 9:1748. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/fkwg

Weber, O; Muniz, C; Vitor, A; Freire, F; Oliveira, V. 2007. Interaction of endophytic diazotrophic bacteria and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* on plantlets of banana 'Maça' (en línea). Plant and Soil 298(1):47-56. Consultado 22 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/dxmtds

Whiley, AW; Searle, C; Pegg, KG; Smith, MK; Langdon, PW; Schaffer, B. 1998. Micropropagated bananas are more susceptible to *Fusarium* wilt than plants grown from conventional material (en línea). Australasian Journal Agricultural Research 49(7):1133-1139. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/bm8vvc

Wu, Y; Yi, G; Peng, X; Huang, B; Liu, E; Zhang, J. 2013. Systemic acquired resistance in Cavendish banana induced by infection with an incompatible strain of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (en línea). Journal of Plant Physiology 170:1039-1046. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/f45zmv

Yamada, T. 1995. Nutrición mineral y la resistencia de las plantas a las enfermedades. Información Agronómica 23:7-10.

Zapata S. 2019. Desarrollo de estrategias de control del fitopatógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) a partir de la diversidad microbiana (en línea). Tesis Maestria. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín. Colombia, 147 p. Consultado 06 ene. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nd6ZoP

Zhang, H; Mallik, A; Zeng, R. 2013. Control of Panama disease of banana by rotating and intercropping with Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler): role of plant volatiles (en línea). Journal of Chemical Ecology 39:243-252. Consultado 29 nov. 2019. Disponible en https://doi.org/f4ph5h

La sanidad vegetal en Venezuela: el rol del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral

Yamila Rodríguez[1*], María Soto[1], Lisbeth Marín[1]

[1]Instituto Nacional de Sanidad Agrícola Integral (INSAI), Oficina Maracay. Maracay, Aragua, Venezuela. Correo electrónico: yamilarodriguez2512@hotmail.com

RESUMEN

El Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), salvaguarda el cumplimiento de la legislación sobre defensa zoosanitaria y fitosanitaria. En ocasión del Año Internacional de la Sanidad Vegetal, se puntualizó el rol del INSAI como ente rector de la fitosanidad de Venezuela. Se realizó una compilación sobre los aspectos históricos e institucionales de la fitosanidad en el país, mediante la revisión de las diferentes normas y reglamentaciones sobre las principales plagas y enfermedades. Se destacan los programas institucionales y la lista de plagas cuarentenarias. Dentro del marco de la Ley de Salud Agrícola Integral, el INSAI mantiene un sistema de vigilancia fitosanitaria, para una defensa basada en inspecciones a los productos importados y exportados de origen vegetal en puertos nacionales, diagnósticos fitosanitarios y vigilancia epidemiológica a las plagas reglamentadas. Adicionalmente, reglamentó programas fitosanitarios de las plagas *Moniliophthora roreri*, *Candidatus* Liberibacter spp., *Synchytrium endobioticum*, *Mycosphaerella fijiensis*, *Ralstonia solanacearum*, *Steneotarsonemus spinki*, *Stenoma catenifer*, *Anastrepha* spp., *Raoiella indica*, *Maconellicoccus hirsutus* y como plaga ausente que amenaza a las plantaciones de musáceas del país *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical. Se enfatiza la importancia de que los productores acaten lo establecido en los programas de vigilancia fitosanitaria, disposiciones legales, procedimientos y lineamientos institucionales, para disminuir los niveles de incidencia de las plagas, así como para lograr la declaración como áreas, lugares o sitios libres o de baja prevalencia de las mismas.

Palabras clave: acuerdos internacionales, cuarentena, enfermedades de las plantas, fitosanidad, medidas fitosanitarias, plagas.

Plant health in Venezuela: the role of the Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral

ABSTRACT

The Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI) safeguards compliance with the legislation on animal health and phytosanitary defense. On the International Year of Plant Health, this work was carried out to emphasize the role of INSAI as the governing body of plant health in Venezuela. A compilation was made on the historical and institutional aspects of plant health in the country, by reviewing the different norms and regulations on the main pests and diseases. Institutional programs and the list of quarantine pests are highlighted. Within the framework of the Comprehensive Agricultural Health Law, INSAI maintains a phytosanitary surveillance system, for defense based on inspections of imported and exported products of plant origin in national ports, phytosanitary diagnoses and epidemiological surveillance of regulated pests. Additionally, it regulated phytosanitary programs for the pests *Moniliophthora roreri*, *Candidatus* Liberibacter spp., *Synchytrium endobioticum*, *Mycosphaerella fijiensis*, *Ralstonia solanacearum*, *Steneotarsonemus spinki*, *Stenoma catenifer*, *Anastrepha* spp., *Raoiella indica*, *Maconellicoccus hirsutus*, and as an absent pest that threatens the country's musaceae plantations *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Race 4 Tropical. The importance of producers complying with the provisions of the phytosanitary surveillance programs, legal provisions, procedures and institutional guidelines is emphasized, to reduce the incidence levels of pests, as well as to achieve the declaration as areas, places or sites free or low prevalence of them.

Key words: international agreements, monitoring, pests, quarantine, phytosanitary measures, plant diseases.

Recibido: 18/08/2020 - Aprobado: 14/11/2020

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) declaró el 2020 como el año Internacional de la Sanidad Vegetal (AISV). El objetivo principal fue sensibilizar a nivel mundial sobre cómo la protección de la salud de las plantas puede ayudar a erradicar el hambre, reducir la pobreza, proteger el medio ambiente e impulsar el desarrollo económico. Las plantas contribuyen con 80 % de los alimentos consumidos y producen 98 % del oxígeno de la atmosfera; sin embargo, se enfrenta a la amenaza constante y creciente de plagas y enfermedades. Estas son a menudo imposibles de erradicar una vez que se han establecido y su manejo requiere mucho tiempo y dinero. Proteger las plantas de plagas y enfermedades es mucho más rentable que hacer frente a las emergencias fitosanitarias a gran escala (FAO 2020).

Bajo el lema "Proteger las plantas, proteger la vida", en diversos países los Organismos Nacionales de Protección Fitosanitarias (ONPF) desarrollaron una serie de actividades en ocasión del AISV, tales como: Foro 120 Años de la Sanidad Vegetal en México, Foro sobre moscas de la fruta, discusiones sobre el manejo integral del Huanglongbing (HLB) de los cítricos, la certificación electrónica e-Phyto, el manejo de la langosta voladora, el manejo de *Tuta absoluta*, la prevención de la marchitez causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (*Foc* R4T) (OIRSA 2020). En Venezuela, el Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), como ONPF participó con un plan de formación de aspectos fitosanitarios, dirigido a productores agrícolas, interesados y servidores públicos.

La importancia del INSAI, como servicio fitosanitario en el país es indiscutible. Realiza la protección fitosanitaria de los productos de origen vegetal; dispone sobre la aplicación de medidas cuarentenarias, así como también de la publicación de normas jurídicas necesarias para evitar, prevenir y retrasar la introducción o establecimiento de nuevas plagas en los vegetales; de manera similar, coordina sus actividades con otros ministerios, instituciones, universidades, empresas públicas y privadas, entre otros, pertinentes a su función (INSAI 2020).

Como país contratante de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), nuestro país adoptó lo establecido en el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias y las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF), para mitigar posibles riesgos de plagas cuarentenarias en el país (CIPF 1997).

El INSAI también puede indicar el uso de métodos tales como: erradicación, aplicación de productos químicos, biológicos, culturales, entre otros, para eliminar o retardar la propagación de plagas ya introducidas; así mismo, verificar las condiciones fitosanitarias de los vegetales, plantas y productos de origen vegetal destinados a la exportación para expedir los certificados fitosanitarios, de conformidad con los tratados internacionales vigentes sobre la materia; esto permita garantizar las salud de los vegetales y cumplir lo establecido en la Ley de Salud Agrícola Integral (ANV 2008).

A raíz de la importancia que la sanidad vegetal tiene para el sector agrícola y la producción de alimentos, y acompañando el año del AISV, se efectuó este trabajo para enfatizar el rol del INSAI como ente rector de la fitosanidad de Venezuela. Se presenta una compilación sobre los aspectos históricos e institucionales de la fitosanidad en el país, mediante la revisión de las diferentes normas y reglamentaciones sobre las principales plagas y enfermedades y se complementa, con información de las actividades realizadas por INSAI en cada uno de los temas.

DESARROLLO

Aspectos históricos de la fitosanidad en Venezuela

En 1941 se publica, la Ley sobre Defensas Sanitarias Vegetal y Animal. Allí se menciona que el Ministerio de Agricultura y Cría dictaría todas las medidas que se juzguen necesarias para los fines de prevención y combate de las enfermedades, plagas y demás agentes morbosos perjudiciales a los animales, vegetales y sus respectivos productos. Esa ley comprendió 13 artículos, y derogó la Ley sobre Defensas Sanitarias Vegetal y Animal de 2 de junio de 1931. Este fue el inicio de todos los procesos de regulación y medidas para la prevención de introducción y diseminación de plagas al territorio nacional (CEUV 1941).

La legislación fitosanitaria de Venezuela estaba inicialmente conformada por dos leyes: Ley sobre Defensas Sanitarias Vegetal y Animal (CEUV 1941) y Ley de

Abonos y demás agentes susceptibles de operar una acción beneficiosa en plantas, animales, suelos o aguas (CRV 1964); tres reglamentos: Reglamento de abonos, insecticidas y funguicidas para usos agrícolas o pecuarios y de alimentos (PRV 1952); Reglamento parcial de la ley de abono y demás agentes susceptibles de operar una acción, beneficios en plantas, animales suelos y aguas y sobre defensas sanitarias vegetales y animales (PRV 1975) y el Reglamento general de plaguicidas (PRV 1992a); 03 decretos y 59 resoluciones.

El proceso de reglamentación, se inició en 1947, prohibiendo la importación de toda clase de frutas frescas que vinieran sueltas en los equipajes de pasajeros que arriben al territorio de la República por vía marítima, aérea o terrestre mediante resolución N° 5 de fecha 20 de junio de 1947 (MAC 1947), motivado por las intercepciones de plagas en los puertos principales en el país.

Para proteger las plantas cultivadas y silvestres previniendo la introducción y propagación de plagas, en 1951 fue firmado un tratado multilateral denominado la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Actualmente, cuenta con más de 180 partes contratantes comprometidos en proteger los recursos vegetales del mundo de las plagas. Su misión es asegurar la cooperación entre las naciones para proteger los recursos vegetales mundiales de la introducción y propagación de plagas vegetales, con el fin de preservar la seguridad alimentaria, la biodiversidad y facilitar el comercio. Venezuela se une en 1970 como país contratante a la CIPF y adopta lo establecido en el Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias, que incluyen 43 Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias; 29 protocolos de diagnóstico y 32 tratamientos fitosanitarios (CIPF 1997, CIPF 2020a).

El 17 de enero de 1992, se crea el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA), dependiente del Ministerio de Agricultura y Cría, mediante decreto 2.064 (PRV 1992b). Debido a la apertura económica del sector agrícola, se requería contar con un organismo de sanidad agropecuaria capaz de responder eficaz y eficientemente a la promoción y protección de la agricultura nacional. Ese decreto comprendió 8 artículos y le dio continuidad a la ley sobre defensas sanitarias vegetal y animal.

Desde 1931 hasta 2008, las medidas preventivas y regulatorias relacionadas a la sanidad vegetal en Venezuela, se manejaron con base a leyes, reglamentos y decretos. Los problemas fitosanitarios más importantes, atendidos en ese período fueron: carbón de la caña de azúcar (MAC 1978b), especies de ratas que causan daño a la producción agrícola nacional (MAC 1980), sigatoka negra del banano (PRV 1984), roya del café y broca del café (MAC 1988a), *Thrips palmi* (MAC 1991a), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (MAC 1991b), moscas de las frutas (MAC 1992). Además fueron atendidas mediante proyectos fitosanitarios SASA, las plagas cochinilla rosada y *Diaphorina citri*.

El Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral

Con el propósito de fortalecer la construcción de una democracia participativa y protagónica, el 31 de julio de 2008 se crea el INSAI, mediante la Ley de Salud Agrícola Integral (ANV 2008). Esta ley, constituida por ocho Títulos y 115 artículos, además derogó la ley sobre defensas sanitarias vegetal y animal publicada en 1941, y suprimió al SASA; El INSAI cuenta con un reglamento interno, publicado en la página oficial (INSAI 2018s).

El INSAI es en la actualidad, el Organismo Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF), y está encargado de velar por el cumplimiento de la legislación sobre defensa zoosanitaria y fitosanitaria, impidiendo la introducción y/o diseminación de enfermedades y plagas que atentarían contra la soberanía agroalimentaria en el país. Es un ente encargado de proyectarse para coadyuvar en el logro de una agricultura sustentable, de amplia incorporación y participación de todos los sectores del campo y de velar por el derecho al disfrute de un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado. Así mismo, garantiza el uso seguro de los recursos biológicos y genéticos, entre otras funciones que están contempladas en la Ley de Salud Agrícola Integral (ANV 2008).

El INSAI tiene como misión diseñar y ejecutar las políticas, planes, programas y proyectos dirigidos a la prevención, control y vigilancia de plagas y enfermedades que afecten a los animales, vegetales, productos y subproductos de ambos orígenes. Igualmente garantizar la calidad y seguridad de los insumos agrícolas utilizados en el territorio nacional y de esta manera, contribuir con la salud

de la población y con el impulso de la producción de alimentos sanos en equilibrio ambiental. Su visión es ser la institución garante de la salud agrícola integral del país, con alto nivel de compromiso social, autogestionada, ágil, eficaz, dinámica, flexible, con alta capacidad técnica, con servidores públicos de excelencia para cumplir con el rol estratégico de coadyuvar a la obtención de la soberanía y seguridad alimentaria de la población (INSAI 2020).

A través de la Dirección de Salud Vegetal Integral (DSVI), estableció un sistema de control a lo largo de las fronteras y en 28 puntos nacionales de ingreso y egreso del país (aeropuerto, puertos marítimos, puertos secos, puestos de fronteras). Allí se realizan inspecciones fitosanitarias a los productos y subproductos de origen vegetal importados. Esto a fin de mitigar riesgos de introducción y diseminación de plagas cuarentenarias al territorio nacional que afecten la salud agrícola. Además, cuenta con puestos de control de movilización de cuarentena interna en 263 centros de validación de permisos fitosanitarios para la movilización. Están ubicados en cada municipio de los estados, contando con un Sistema Integrado de Gestión para la Movilización Animal y Vegetal (Sigmav), automatizado para la movilización de productos y subproductos de origen animal y vegetal (INSAI 2020).

La DSVI está facultada para realizar los Análisis de Riesgos de Plagas (ARP) a los productos de origen vegetal con posibilidad de importación, con el objeto de establecer las exigencias fitosanitarias, de esta forma, disminuir el riesgo de introducción de plagas cuarentenarias al territorio nacional. Hasta la fecha se han realizado 45 ARP y 148 revisiones técnicas. Esto ha permitido junto con las interceptaciones de plagas en los puntos nacionales de ingresos y egresos y las publicaciones científicas nacionales e internacionales, la elaboración y publicación de la lista de plagas cuarentenarias del país (MPPAT 2017a).

Algunos registros realizados por el INSAI, mediante la DSVI, en el período 2015 – 2018, se detallan a continuación: 16.437 diagnósticos de muestras de material vegetal para la identificación de plagas en diversos cultivos; atención a 7.350 productores a través de distintas áreas de diagnósticos de los laboratorios de salud vegetal; 8.564 notificaciones con o sin presencias de plagas y enfermedades, mediante inspecciones fitosanitarias realizadas a las unidades de producción, con el objetivo de mitigar riesgos de introducción y diseminación de plagas en almacenes, silos, depósitos y viveros entre otros; 33.185 inspecciones para controles fitosanitarios efectuados en los diferentes puntos de ingreso y egreso. Con estas actividades se logró verificar el estado fitosanitario de los productos y subproductos de origen vegetal que ingresaron al país sin comprometer la soberanía y seguridad agroalimentaria de la nación.

Además, entre 2014 y 2016, el INSAI participó en las reuniones al subgrupo de trabajo N° 8 (SGT N° 8) “Agricultura” de Mercosur, para la revisión de 207 normas fitosanitarias y zoosanitarias, para ser incorporadas o no en el marco regulatorio del país. De igual manera participó en los subcomités técnicos de normas para los alimentos tales como: frutas y hortalizas frescas y elaboradas, cereales y cacao. Desde el 2011 se elaboraron y actualizaron hasta la fecha 11 protocolos fitosanitarios y de calidad para la importación de tubérculos de semilla de papa *Solanum tuberosum* L. procedentes de la República Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia, la República Federativa de Brasil, la República de Colombia, la República de Ecuador, la República de Perú, Canadá, el Reino de Bélgica, la República Francesa, el Gran Ducado de Luxemburgo y el Reino de los países Bajos; también participó en las discusiones de acuerdos fitosanitarios para importaciones de trigo desde Rusia, reuniones bilaterales con China con el fin de presentar ofertas exportables por parte de Venezuela ante otros países.

Durante el periodo 2018-2019 se realizaron 24 talleres de formación concernientes a los procedimientos de importación/exportación de productos de origen animal y vegetal, dirigido a empresas e interesados en exportar e inspectores. Esto con la finalidad de fomentar el marco regulatorio y permitir de manera eficiente la fluidez de los procesos antes mencionados.

Otro tema de interés está relacionado a la propuesta de la Comisión de Medidas Fitosanitarias (CMF), órgano de gobierno de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, la cual acordó elaborar un sistema mundial de certificados fitosanitarios electrónicos, denominado E-Phyto, creado para sustituir a los certificados en papel. Este sistema prevé establecer una coordinación central que reciba de forma

voluntaria los certificados de las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) de los países exportadores y los coloque a disposición de las ONPF de los países importadores (CIPF 2020b). En concordancia el INSAI trabajó en la creación de un sistema de información web para el registro y control de los certificados fitosanitarios y los certificados de inspección zoosanitarios para exportación, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice 1 de la Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias N° 12: Directrices para los Certificados Fitosanitarios (CIPF 2017b).

Para ejercer las actividades de protección sanitaria agrícola en todo el territorio nacional, el instituto, cuenta actualmente, con 2.000 funcionarios; además, se apoya con las instituciones adscritas al Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierra (MPPAT) y universidades nacionales, entre otros.

Programas Fitosanitarios

Un programa de erradicación de plagas puede ser desarrollado por una ONPF como medida de emergencia para prevenir el establecimiento o la dispersión de una plaga después de su entrada reciente, o bien, una medida para eliminar una plaga establecida (CIPF 2017a). El INSAI mantuvo las campañas de vigilancias fitosanitaria y manejo integrado de cultivos creados desde el funcionamiento del SASA, para plagas cuarentenarias y de importancia agrícola como roedores, moscas de las frutas, broca y roya del café, entre otras. Estas campañas se realizaron por medio del seguimiento, instalaciones de trampas, manejo convencional y medidas cuarentenarias.

En 2018, en función de la importancia económica y social que representan algunos rubros para el país y tomando en cuenta las plagas cuarentenaria, se crean los programas fitosanitarios, con el objeto de realizar actividades en los casos de aparición de las plagas mencionadas, llevar registros secuenciales de las mismas, y establecer las medidas necesarias para evitar o minimizar el riesgo de su dispersión en el país.

Entre los programas fitosanitarios realizados por el INSAI se destacan:

1. Programa para detección, prevención, manejo y control de *Candidatus* Liberibacter spp. Huanglongbing de los cítricos

Huanglongbing (HLB) comúnmente conocido como la enfermedad del dragón amarillo, ha causado daños importantes a la industria mundial de los cítricos, se ha afianzado en las principales regiones productoras y continúa extendiéndose por todo el mundo (Blaustein *et al*. 2018).

El HLB es causado por la bacteria *Candidatus* Liberobacter asiaticus (*C*Las). Esta bacteria es transmitida entre especies de cítricos por *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera:Psillydae). Este insecto, conocido comúnmente como psílido asiático de los cítricos o chicharrita de los cítricos, se encuentra presente en Venezuela desde abril de 1999, en la Península de Paraguaná y en Coro, estado Falcón, donde fue detectado sobre limón criollo *Citrus aurantifolia* (Cermeli *et al*. 2000). Luego se dispersó por varias zonas del país y para 2006 ya se había reportado en los estados Aragua, Cojedes, Miranda, Monagas y Zulia (Cermeli *et al*. 2007).

En abril del 2017, se iniciaron los encuentros con los especialistas en el área, productores y empresas debido a la sospecha de la existencia del HLB en el estado Yaracuy, donde se iniciaron las discusiones de las medidas fitosanitarias preventivas. La DSVI del INSAI, dictó medidas fitosanitarias preventivas para atender casos sospechosos en cultivos de cítricos en el ámbito de los estados Aragua, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Mérida, Miranda, Monagas, Trujillo y Yaracuy.

En 2017, el INSAI participó en la evaluación del desempeño del Programa HLB en cítricos, con el apoyo de especialistas internacionales del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA 2019) procedente de la República de México, y del Instituto Interamericano de Ciencias Agricola (IICA) en Venezuela. En este mismo año, el instituto, conjuntamente con el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Universidad Central de Venezuela (UCV) e Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) realizaron muestreos de plantas cítricas en los estados Carabobo, Yaracuy y Aragua con síntomas típicos de HLB (Figura 1). Estas muestras fueron analizadas por el método de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en el IVIC, y resultaron positivas al *C*las (Marys *et al*. 2020).

El 2 de octubre de 2017, se publicó la Providencia Administrativa INSAI N° 46 (INSAI 2017a) donde se establecieron las medidas y procedimientos

Figura 1. Árbol de naranja mostrando síntomas típicos asociados al HLB: brotes amarillos y clorosis con manchas asimétricas en las hojas. Nirgua, Yaracuy, Venezuela. (Foto cortesía Edgloris Marys. IVIC, Venezuela)

fitosanitarios para la prevención, control y contención del HLB y se publicó en la página web del INSAI el programa para detección, prevención, manejo y control de Huanglongbing de los cítricos (INSAI 2017b).

Seguidamente se conformó la Comisión Nacional para Prevención, Control y Contención del HLB, presidida por representantes del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras (MPPAT), INSAI, Universidades, INIA, gobiernos regionales, alcaldías, productores y empresas procesadoras. Esta comisión se declaró en sesión permanente y luego se conformaron las comisiones regionales para prevención, control y contención del HLB, con representantes de organizaciones e instituciones antes mencionadas en los estados citrícolas el país (Yaracuy, Carabobo, Aragua, Trujillo, Miranda, Táchira); así como otros estados (Falcón, Barinas, Bolívar, Guárico, Sucre) con el objeto de discutir temas sobre formación, inspecciones fitosanitarias y medidas de control, entre otros temas.

La comisión nacional realizó 30 reuniones durante los años 2017 y 2018, con el fin de efectuar gestiones para el control y un plan de acción a corto plazo para el cumplimiento de las medidas cuarentenarias de la enfermedad, en estados como Aragua, Carabobo, Yaracuy, Falcón, Táchira, Barinas. De igual manera con los entes de seguridad (Guardia Nacional, Policía Nacional y Municipal) en los estados Aragua, Carabobo y Yaracuy, a fin de informarlos sobre la presencia de la enfermedad en estos estados y la necesidad de su apoyo para el control de la movilización y otras actividades. A su vez, se discutió el programa de formación y divulgación dirigido a los técnicos, productores y otros actores relevantes, y la propuesta de la Fundación DANAC en cuanto a diseño de referenciales tecnológicos para el manejo del HLB en fincas citrícolas de Carabobo y Yaracuy. En este mismo período, se efectuaron inspecciones fitosanitarias en viveros de plantas cítricas en varios estados del país, junto con especialista de la UCV, INIA, MPPAT, entre otros, para la toma de muestras y verificar el estado fitosanitario de las plantas.

Para los años 2018-2019, el INSAI participó en las actividades enmarcadas en la misión técnica organizada por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) en Venezuela dada la incidencia de

HLB en zonas citrícolas del país, convocados por Secretaría de Seguridad Agroalimentaria y Desarrollo Agrario (SSADA) del estado Carabobo. También participó en el taller nacional para el análisis del HLB y *Diaphorina citri* en Venezuela, enmarcado en las IV jornadas científico técnicas 2019 del Instituto de Estudios Avanzados (IDEA).

2. Programa para prevención, detección, manejo y control de *Fusarium oxysporum* Schlechtend f. sp. *cubense* (E.F. SM.) Snyder & Hansen. Raza 4 Tropical (*Foc* R4T). Marchitez de las musáceas

El hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* tiene tres razas que afectan a las musáceas. La Raza 1 (R1) ataca a los cultivares Manzano (Silk) (AAB) y Cuyaco (Gros Michel) (AAA); la Raza 2 (R2) afecta al Topocho (Bluggoe) (ABB); y la Raza 4 (R4) ataca a Cavendish (AAA) y a los materiales susceptibles de las R1 y R2. Hasta ahora la R4 no ha sido detectada en el país (Martínez *et al*. 2020). De la R4 se conocen dos grupos: Raza 4 SubTropical (R4ST), encontrada en Australia, Suráfrica e Islas Canarias y la Raza 4 Tropical (R4T), encontrada, originalmente en parte del sureste de Asia. En la actualidad se conoce de su existencia en el sureste asiático, Medio Oriente, África (Ploetz 2015, Ploetz *et al*. 2015) y en Colombia (García-Bastidas *et al*. 2019).

En Venezuela, se detectó alta incidencia de la R1 en el sistema de producción de cambur Manzano (Silk), a finales de la década de los 90 en la zona Sur del Lago de Maracaibo. Reportes posteriores indicaron su distribución en la zona baja del estado Trujillo, llanos occidentales, Aragua y estados Orientales donde se observaron plantas con síntomas de la enfermedad. Igualmente, su incidencia, a través de la R2, en el cultivo de topocho (Guédez y Rodríguez 2004, Rodríguez *et al*. 2006).

Rodríguez (2009) señaló que en muestras del hongo de los clones Manzano y Topocho en 10 de los 24 estados que constituyen el país, las pruebas de patogenicidad confirmaron la presencia de R1 y R2, y se corresponden con los grupos de compatibilidad vegetativa (GCV) 0120, 01215 y 01222, no se observaron relaciones entre éstos grupos y las razas. En estudios realizados en Aragua, Miranda y Cojedes, Porteles *et al*. (2015) encontraron cepas de *Foc* cuyos GCV no se correspondían con los conocidos para entonces, dejando la posibilidad de la existencia de nuevos grupos en Venezuela.

El *Foc* R4T es un hongo que puede atacar clones susceptibles a las R1 y R2, y los del subgrupo Cavendish. Por esto, la mayoría de las medidas de control son ineficaces. Actualmente bananos del subgrupo Cavendish cubren la mayor área de siembra en el mundo motivo por el cual continúa la dispersión de la enfermedad (Dita *et al*. 2020, Magdama *et al*. 2020).

En el año 2018 se publicó la providencia administrativa N° 057/18 (INSAI 2018i), la cual estableció las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para prevención y contención de la R4T. Luego se elaboró el plan de contingencia ante un brote de la R4T, el cual permanece disponible en la página oficial del INSAI (INSAI 2018a).

Para el 2019 se conformaron las comisiones regionales de los estados Aragua, Zulia, Trujillo y Anzoátegui, para prevención, contención, control y erradicación de plagas para los cultivos de la familia Musaceae, integrada por representante del INSAI, MPPAT, INIA, Red Venezolana de Musáceas (Musaven), universidades, gobernación regional de cada entidad y productores de musáceas. Al formarse las comisiones, se inició la articulación para la programación de las actividades inherentes al programa.

En julio de 2019, la presidencia del INSAI, emitió un comunicado alertando el riesgo fitosanitario transfronterizo (INSAI 2019a), formulando las medidas extraordinarias adoptadas en función de proteger las frontera del país ante el riesgo epidemiológico inminente que representa la situación fitosanitaria detectada en la República de Colombia, por la presencia de *Foc* R4T, según resoluciones N° 00008573 y 00008574 emitidas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en fecha 25 de junio de 2019 (ICA 2019).

Durante 2019-2020, el INSAI dictó ocho talleres de formación, sobre medidas y procedimientos para la prevención, y contención del *Foc* R4T, dirigido al personal técnico del INSAI, INIA, IDEA, MPPAT, productores, representantes de la gobernación del estado Miranda, técnicos de los puertos y aeropuerto de los estados Zulia, Sucre, Vargas, Carabobo y Delta Amacuro, con el objeto de actuar ante cualquier sospecha de *Foc* R4T. Se capacitaron 160 participantes.

En 2020, el INSAI junto con el INIA realizaron inspecciones fitosanitarias a los campos de producción de material de propagación de musáceas en Sabana de Mendoza del estado Trujillo, con el objetivo de

evaluar y avalar las condiciones fitosanitarias para las plantas madres de cambur y plátano, permitiendo esta inspección técnica la certificación para la emisión del permiso de movilización fitosanitaria.

3. Programa de detección, prevención y control de *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuchi. Marchitez bacteriana en solanáceas

La marchitez bacteriana causada por *R. solanacearum* provoca grandes reducciones de producción vegetal a nivel mundial (Peeters *et al*. 2013). Esta enfermedad está ampliamente distribuida en las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo. La bacteria afecta a más de 250 especies de plantas, clasificadas dentro de 54 familias botánicas diferentes. La raza 1 está principalmente relacionada con plantas pertenecientes a la familia Solanaceae y la raza 2 afecta las familias Musaceae y Heliconiaceae en las que causa marchitez bacteriana en plátanos triploides y heliconias en áreas tropicales. La enfermedad es denominada moko bacteriano (Prieto *et al*. 2012).

El año 2016, se realizó el primer reporte de *R. solanacearum* en el cultivo del plátano (*Musa* AAB) en el estado Táchira, Venezuela. Teniendo en cuenta que la bacteria es de difícil control y que se encuentra en la lista de plagas cuarentenadas en Venezuela, las regiones afectadas fueron sometidas a un régimen de cuarentena por las autoridades del INSAI en el estado. Se desarrolló un intenso programa de capacitación a productores técnicos y especialistas en función de la detección temprana de los síntomas, los daños que causa la bacteria, así como las medidas a tomar en caso de aparición de los síntomas con el objetivo de evitar su diseminación (Ros *et al*. 2016).

En septiembre de 2018, se publicó la Providencia Administrativa N° 058/2018 (INSAI 2018j) donde se establecieron las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de *R. solanacearum* y se publicó en la página web del INSAI el programa de detección, prevención y control de la enfermedad marchitez bacteriana (INSAI 2018d).

4. Programa de detección, prevención y control de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Sigatoka negra de las musáceas

El 24 de enero de 1984 por Decreto N° 2419, se creó con carácter *ad honorem* la Comisión Nacional contra la sigatoka negra del banano y plátano (PRV 1984), integrada por representantes del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC), Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), Fondo de Desarrollo Frutícola, Federación Nacional de Fruticultores, Universidades Nacionales y Guardia Nacional, considerando que la *M. fijiensis* se encontraba ausente en el país.

En 1988 se declararon áreas críticas los estados Zulia, Táchira, Mérida, Trujillo, Apure, Barinas y Territorio Federal Amazona, según resolución N° 315 (MAC 1988b), prohibiendo el traslado y movilización de las semillas y cualquier otro material de propagación de musáceas, desde las entidades antes mencionadas hacia otras regiones del país, por ser zonas de alto riesgo por su ubicación geográfica y por ser afectadas por la plaga antes mencionada.

En 1990, según resolución N° 157 (MAC 1990), se prohibió la importación de semillas (hijos), plantas y partes de musáceas (plátanos, cambures y topochos), ya que al ser una actividad agrícola importante en la economía nacional y por cuanto existe el peligro de que la importación indiscriminada de plantas o partes de plantas de estas especies, sirvan de vehículo para que se introduzcan al territorio nacional plagas o enfermedades a dichas musáceas, como la sigatoka negra (*M. fijiensis*), Bunchy top y Mal de Panamá causado por la nueva *Foc* R4T.

En 1991, según resolución N° 461 (MAC 1991c), se declaró en cuarentena la zona afectada que comprende el área del municipio Catatumbo en jurisdicción del estado Zulia, ya que detectaron plantaciones de musáceas contaminadas con la enfermedad conocida como sigatoka negra (Figura 2).

Desde la presencia del SASA, ahora INSAI, se han realizado actividades para fomentar la capacitación a productores de musáceas, técnicos en el área agrícola, entre otros interesados, con la articulación de las universidades, institutos de investigación, Musaven y empresas públicas y privadas, entre otros. Todos ellos desempeñan un papel importante para la investigación y para el cumplimiento de las normas establecidas.

Figura 2. Plantas de plátano Hartón (*Musa* AAB subgrupo Plantain) afectadas por sigatoka negra (*M. fijiensis*). Detalles de estrías y pizcas desarrolladas a lo largo de la nervadura central en la lámina foliar. Sector La Esmeralda, Ocumare de la Costa, Aragua, Venezuela. (Foto cortesía de Gustavo Martínez. INIA. Venezuela)

La enfermedad, es catalogada como una de las más destructivas, representando actualmente el principal problema fitosanitario en las musáceas. Es la mayor limitante para la producción a nivel mundial, por los elevados costos para su control que involucran aumento de frecuencia anual de las aspersiones, que producen impacto negativo en el ambiente y en consecuencia en la sostenibilidad de la producción (García *et al*. 2019). La enfermedad está presente en todo el territorio nacional y su agresividad guarda estrecha relación con las condiciones climáticas existente en cada zona, siendo mayor en lugares con lluvias mayores a 1.500 mm anuales, humedad relativa comprendida 80 a 82 %, y temperatura promedio 28 °C (Martínez *et al*. 2000a).

A partir de 2015, en las mesas técnicas del subgrupo de trabajo N° 8 (SGT N° 8) "Agricultura" de Mercosur, se armoniza la norma para el comercio de banana en los países miembros, considerando *M. fijiensis* como limitante para la exportación, ya que la exigencia fitosanitaria establece, que los frutos de banano provengan de estados o áreas libre de la plaga antes mencionadas (MPPAT 2016). Desde su publicación, el INSAI, inició la vigilancia general, realizando encuestas específicas destinadas a detección, delimitación o verificación de la presencia de sigatoka negra. Se elaboró la propuesta de los procedimientos para la caracterización, implantación y mantenimiento de áreas libres de sigatoka negra y procedimientos para la implantación y mantenimiento de los sistemas de mitigación de riesgo de esta enfermedad.

El 12 de septiembre 2018, se publicó la Providencia Administrativa N° 059/2018 (INSAI 2018k) donde se establecieron las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de *M. fijiensis*, y se publicó en la página web del INSAI el programa de detección, prevención y control de la enfermedad "sigatoka negra", en el cultivo de las musáceas (INSAI 2019c).

En 2019 se constituyeron las comisiones regionales de los estados Aragua, Zulia, Trujillo y Anzoátegui, para prevención, contención, control y erradicación de plagas para las Musáceas, integrada por representantes del INSAI, MPPAT, INIA, Musaven, universidades, gobernación regional de cada entidad y productores de musáceas. A partir de esta fecha, se inició la articulación para la programación de las actividades inherente al programa.

Lo recomendado para el control del complejo *M. fijiensis* y *M. musicola*, es el manejo integrado de plagas y de cultivos, combinando diferentes estrategias como: el deshoje fitosanitario, manejo de densidades de población, siembras escalonadas durante todo el año, deshije eficiente, métodos de riego, aplicaciones y rotación de fungicidas y plaguicidas, fertilización y control de malezas, entre otros (Terán 2017).

García *et al*. (2019), indicaron que prácticas culturales como el deshoje y el deshije, tienden a reducir la cantidad de inoculo del patógeno y las condiciones favorables para que se desarrolle la enfermedad. Es necesario conocer el comportamiento de la enfermedad y las amenazas que acarrea su mal manejo.

5. Programa para la detección, prevención, manejo y control de *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. Sarna verrugosa de la papa

En 2014 el Laboratorio Estadal de Diagnóstico Fitosanitario La Victoria del INSAI, confirmó la presencia de la plaga cuarentenaria denominada sarna verrugosa de la papa *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival. Se realizó el plan de trabajo para la alerta fitosanitaria, con la finalidad de disminuir la enfermedad en los sectores afectados de los estados Mérida y Trujillo. Así mismo se realizó un taller de formación dirigido a los técnicos analistas de los laboratorios de salud vegetal del INSAI, como a estudiantes del Postgrado de la UCLA, Barquisimeto, sobre los protocolos de diagnósticos de la verrugosis de la papa (INSAI 2020).

El 12 de septiembre 2018, se publicó la Providencia Administrativa N° 060/2018 (INSAI 2018l) donde se establecieron las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de la sarna verrugosa de la papa y, de manera similar, se publicó en la página web del INSAI el programa para la detección, prevención, manejo y control de la enfermedad (INSAI 2018c).

6. Programa para detección, prevención, manejo y control de *Steneotarsonemus spinki* Smiley. Acaro vaneador del arroz

El acaro vaneador del arroz *S. spinki* constituye una plaga de importancia económica en el cultivo, se ha reportado considerable disminución de la producción que oscilan entre 70 y 90 % (Navia *et al*. 2010). En 1997, se detecta en Cuba generando reducción en el rendimiento del 70 % (Almaguel *et al*. 2002); desde ese entonces, su dispersión ha sido muy rápida por toda Centroamérica y el Caribe. En 1998, se reportó en República Dominicana y Haití, en 2003 se observaron los primeros síntomas en arroceras de Panamá y Nicaragua, y durante el 2004, Costa Rica declaró el estado de emergencia nacional ante la presencia del ácaro en sus plantaciones. En fechas subsiguientes se observó en Honduras, El Salvador y Guatemala y en 2005 se informó oficialmente su presencia en Colombia (Botta *et al*. 2008).

En Venezuela, el INIA en el estado Portuguesa, el INSAI, la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado y el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (Cuba) iniciaron labores para detectar la presencia y medir el impacto de *S. spinki* en los estados Guárico, Barinas, Cojedes y Portuguesa en el periodo de noviembre a diciembre 2005 y en febrero 2007. El ácaro fue encontrado por primera vez formando colonias en la hoja bandera y esporádicamente dentro de los granos de arroz. A pesar de la presencia en Venezuela, no han sido observados focos poblacionales importantes que puedan afectar la producción arrocera. Por ello, se recomendó realizar muestreos frecuentes para detectar el establecimiento de la plaga bajo condiciones de Venezuela (Sandoval *et al*. 2009).

El daño asociado con las infestaciones incluye esterilidad de la planta, infertilidad parcial de la panícula y malformación del grano; sin embargo, es difícil caracterizar el daño causado únicamente por ácaro blanco vaneador porque éste es vector de varios patógenos entre los cuales están el hongo *Sarocladium oryzae* (Sawada) y la bacteria *Burkholderia glumae* (Kurita y Tabei) (Hummel *et al*. 2009).

El 12 de septiembre 2018, se publicó en la Providencia Administrativa N° 061/2018 (INSAI 2018m) donde se establecieron las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación del ácaro vaneador del arroz y se publicó en la página web del INSAI el programa para detección, prevención, manejo y control del ácaro vaneador del arroz (INSAI 2018f).

7. Programa para la detección, prevención, manejo y control de las moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae)

Las moscas de la fruta (Díptera: Tephritidae) son plagas de gran importancia para la fruticultura debido a los daños directos que ocasionan a la producción, limitando la normal comercialización y exportación de frutas frescas. Alrededor del mundo se han descrito más de 4.500 especies (Malavasi y Zucchi 2000). La CIPF de la FAO, y otras organizaciones como Sanitary and Phytosanitary Standards (SPS), preocupadas por los riesgos que representa la presencia de las moscas de la fruta en los agroecosistemas productivos, las consideran en muchos casos como plaga cuarentenaria. Esto debido a que perjudican las exportaciones de productos frescos, obligando a los países productores a asumir y cumplir ciertas normas, sobre todo con los países que integran los mayores bloques comerciales como la Unión Europea (UE), el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAM) y el Mercado Común del Sur (Mercosur), entre otros (Ledezma *et al*. 2013).

En Venezuela, los productores de frutales no tienen por rutina el monitoreo permanente de especies de *Anastrepha* (Schiner, 1868) o de la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824). Sólo se realiza esta actividad cuando existe algún protocolo que requiere garantizar la comercialización de frutos con países que así lo exigen (Morales y González 2007). En 1992, se creó con carácter *ad honorem* el Comité nacional de prevención, control y erradicación de mosca de las frutas, mediante resolución Nº SASA/DSV/167 (MAC 1992). El comité se encargó de elaborar el programa nacional sobre manejo integrado de moscas de las frutas, así como también, las medidas para prevención y combate de estas plagas.

En 1997 se procedió a la certificación del área libre de mosca sudamericana de las cucurbitáceas,*Anastrepha grandis* (Macquart), para la Península de Paraguaná, estado Falcón. Se instauró vigilancia fitosanitaria durante las 24 horas del día en la "Alcabala los Médanos". Se establecieron las medidas de prevención y cuarentenarias y el sistema de control de movilización de frutas a través de las barreras fitosanitarias, que controlan el acceso hacia el área libre en reconocimiento. Las mismas fueron publicadas en Gaceta Oficial Nº 36.336 de fecha 18 de noviembre de 1997 (MAC 1997).

El sistema de monitoreo de la plaga se realizó a través de trampas McPhail ubicadas en áreas urbanas, vías de comunicación, puntos de cuarentena y lugares de producción de cultivos de hospederos de la plaga (*Cucumis melo* y *Citrullus lanatus*); de manera similar se realizó para la exportación de sandias y melones (Honey y Cantaloupe) para los Estados Unidos desde la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela, 1997-1998. Entre 2005 y 2006 se ejecutó el proyecto fitosanitario: Prevención y control de las moscas de la fruta en Venezuela, por parte del SASA con colaboración del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) del INIA. Es un compromiso institucional mantener la Península de Paraguaná, estado Falcón, libre de mosca sudamericana de las cucurbitáceas *A. grandis.*

El 17 de octubre 2018, se publicó la Providencia Administrativa Nº 069/2018 (INSAI 2018n) donde se establecieron las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de las moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae) y se publicó en la página web del INSAI el programa para la prevención, detección manejo y control de las moscas de la fruta (INSAI 2018h).

Para el 2019, el Instituto realizó un curso sobre mosca de la fruta para certificación de área libre, en el estado Aragua. Hubo 60 participantes, pertenecientes a diferentes empresas privadas e instituciones del estado. En este mismo año, por medio de las Coordinaciones de Salud Vegetal de los estados Aragua, Guárico y Anzoátegui, se realizó seguimiento, monitoreo y ejecución del plan de acción del programa para la prevención, detección manejo y control de las moscas de la fruta en los estados Aragua, Guárico y Anzoátegui. Se realizaron 61 inspecciones a nivel de campo y se instalaron 335 trampas en 273 ha con la finalidad de conocer el comportamiento poblacional de moscas en relación a las variables mosca·trampa^{-1}·día^{-1} (MTD) y el porcentaje de infestación larval.

Los resultados de esa inspección revelaron que para *Anastrepha* spp., en el estado Aragua el valor de MTD osciló entre 0,00 y 3,133; en Guárico varió desde 0,00 a 0,142 y en Anzoátegui fluctuó de 0,00 a 0,230 y el porcentaje de infestación larval fue de 0 % en los tres estados mencionados.

Esos hallazgos, permitieron la exportación para el 2019 de un total de 296,15 t de frutas, con destino Aruba, Curazao, España, Inglaterra, Portugal, República Dominicana y Rusia y en el 2020, 158,33 t con destino España, Grecia, Holanda, Inglaterra, Irán y Turquía. Es relevante mantener la continuidad de la aplicación del programa para disminuir la incidencia de *Anastrepha* spp., lo cual permite mantener y ampliar los mercados de exportación.

8. Programa para la prevención, contención y control de *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans, Stalpers, Samson & Benny. Moniliasis del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de importancia mundial y su rendimiento está severamente restringido por enfermedades. Dos de las enfermedades más dañinas para el cultivo del cacao, son la escoba de bruja *Moniliophthora perniciosa* y la pudrición helada o moniliasis, causada por *Moniliophthora roreri* (McElroy *et al*. 2018).

La moniliasis afecta frutos de cualquier edad (Figura 3) y la disminución de la producción puede alcanzar 90 %. Esta enfermedad permanece en la fase invasora en el hemisferio occidental, sin haber llegado a Brasil, a algunas islas dentro del Caribe y a algunas regiones específicas dentro de los países afectados.

El patógeno se propagó por el occidente de Venezuela, y ha sido reportada en Apure, Mérida, Táchira y Zulia, probablemente desde la década de 1940. Aún no ha llegado a la región cacaotera del centro y occidente del país (Parra *et al*. 2009, Bailey *et al*. 2018).

En Venezuela el cultivo del cacao es de gran importancia económica. En el año 1962, el servicio sanitario estaba adscrito a la Dirección de Sanidad e Industria del MAC y emite la resolución N° SIA-254 (MAC 1962). La misma prohibió el traslado de plantas de cacao o partes de estas (mazorcas, almendras, estacas y yemas) del estado Zulia a cualquier otro sitio de la República. Las plantaciones de cacao del estado Zulia se encontraban atacadas por una grave enfermedad desconocida en el país, producida por el hongo *Monilia* spp. Su diseminación pondría en peligro todas las plantaciones.

En 1971, se publicó la resolución N° 19 (MAC 1971), donde se indicó que toda exportación de cacao en granos debía ir acompañada de un certificado fitosanitario, por ser un producto de interés nacional y as mismo, debe reunir las condiciones sanitarias indispensables para asegurar su buena calidad. También expresó que se debían tomar en cuenta las regulaciones sobre la entrada de productos en los

Figura 3. Mazorca de cacao afectada por moniliasis (*M. roreli*), se observa el síntoma típico de mancha color chocolate en el fruto. Plantación ubicada en el municipio Carracciolo Parra y Olmedo, Mérida, Venezuela. (Foto cortesía de Raisa Rumbos. INIA, Venezuela)

mercados de importación establecidas en convenios internacionales suscritos por Venezuela.

En 1978, según resolución N° 260, el MAC por la Dirección General de Desarrollo Agrícola (MAC 1978a), prohibió la importación de semillas, plantas y partes de plantas de cacao por cuanto existía el peligro de importación indiscriminada de plantas o partes de plantas de estas especies, que sirvan de vehículo para que se introduzcan al territorio nacional plagas o enfermedades perjudiciales a dicho cultivo, como son el virus de la hinchazón de los retoños, mosaico amarillo, mosaico moteado y otros.

Motivado a la presencia de la enfermedad en el oeste de Venezuela, se aplican medidas cuarentenarias dictadas por el MPPAT, donde mencionan la prohibición de trasladar material de cacao (excepto almendras beneficiadas), hacia los estados del centro y oriente del país (MAT 2004).

El 17 de octubre de 2018, se publicó la Providencia Administrativa INSAI N° 070/218 (INSAI 2018o), mediante la cual se establecieron las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención y control de la enfermedad moniliasis. La enfermedad se puede manejar mediante una combinación de métodos culturales. El mejoramiento genético para la resistencia a enfermedades ofrece el mayor potencial para el manejo de la pudrición de las mazorcas heladas y están surgiendo nuevos materiales tolerantes (Bailey *et al*. 2018).

9. Programa para prevención, contención, control y erradicación de *Stenoma catenifer* Walsingham. Barrenador del fruto del aguacate.

En octubre de 2018, se publicó la Providencia Administrativa N° 073/2018 (INSAI 2018r) donde se establecieron las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación del *S. catenifer* y se publicó en la página web del INSAI el programa para prevención, contención, control y erradicación de la plaga barrenador o pasador del fruto del aguacate (INSAI 2018g).

En 2019, la exportación de aguacates fue de 254 t con destino Aruba, Curazao, España, Inglaterra, Italia, República Dominicana y Rusia; estratégicamente para el país, es relevante mantener la continuidad de la aplicación del programa para así disminuir la incidencia de la plaga, con el objetivo de mantener y ampliar el mercado de exportación.

Para el 2020, se recibió la intención de exportación de frutos de aguacate para la Unión Europea, por parte de una empresa interesada desde las zonas productoras de aguacate del estado Yaracuy: El INSAI, a través de su oficina regional ubicada en la sociobio-región centro occidental, subregión 1. INSAI-Yaracuy, estableció un sistema de encuesta y verificación con el propósito de detección de plagas en la zona y así registrar los datos sobre la presencia o ausencia de la plaga cuarentenaria establecidas en el reglamento UE 2016/2031 (Parlamento Europeo 2016).

De esta manera el INSAI, inició el proceso de certificación fitosanitaria y la justificación técnica de las exigencias fitosanitarias siguiendo con lo establecido en el programa antes mencionado. Las unidades de producción con fines a la exportación se ubicaron en el sector San Pedro, municipio Arístides Bastidas, estado Yaracuy. Las variedades inspeccionadas fueron Pollock negro, Pollock Liso y Choquette, una vez identificadas las unidades de producción se procedió a establecer un cronograma de actividades de instalaciones de trampas para el monitoreo periódico.

A partir del mes de junio de 2020, se realizaron las planificaciones conjuntas entre el personal del INSAI, asociación de aguacateros del estado y la empresa interesada, con la finalidad de desarrollar un trabajo para cumplir con las normativas y reglamentaciones nacionales e internacionales, tales como; la ley de Salud Agrícola Integral, Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias N° 6, Directrices para la vigilancia y el reglamento (Parlamento Europeo 2016, CIPF 2019b). La Coordinación de Salud Vegetal del estado Yaracuy inspeccionó un total de 98,3 ha, con 46 productores atendidos, se instalaron 106 trampas, por un periodo de tres meses, no detectándose la presencia de *S. catenifer*. Estos resultados fueron confirmados y avalados por el laboratorio comunal "Samán de Güere" del estado Aragua, en las muestras recolectadas en campo.

Además de estos programas que se mencionaron anteriormente existe otros publicados en providencia administrativa donde se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación, a su vez de los programas fitosanitarios

publicados en la página web del INSAI de las siguientes plagas: cochinilla rosada *Maconellicoccus hisitus* (Green) (INSAI 2018b, 2018p) y el ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst (INSAI 2018e, 2018q).

El INSAI actualizó la norma sobre las medidas y los procedimientos fitosanitarios para la certificación del embalaje de madera fabricado de madera en bruto para la exportación e importación, derogando la gaceta Nº 38.908 de fecha 29 de marzo de 2006 (MAT 2006, MPPAT 2017b) y las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la adecuación y funcionamiento de viveros, expendios de plantas y ambientes protegidos, en la República Bolivariana de Venezuela (MPPAT 2019).

De igual manera la Providencia mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos para garantizar las condiciones sanitarias y fitosanitarias adecuadas para el funcionamiento de empresas almacenadoras, silos, torrefactoras y depósitos de productos de origen vegetal en la República Bolivariana de Venezuela (INSAI 2019b, 2019d).

Plagas cuarentenarias para Venezuela

El término plaga, está referido a cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino a plantas o productos vegetales y, como plaga cuarentenaria, aquella de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando, esta no esté presente o, si está presente, no está ampliamente distribuida y se encuentra bajo control oficial (CIPF 2019a).

La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) exige que las partes contratantes, dentro de lo posible, establezcan, actualicen y coloquen a disposición de los interesados las listas de plagas reglamentadas (CIPF 2016).

Un listado de plagas cuarentenarias, se publicó por primera vez en el año 2013 según Gaceta Oficial Nº 40.287 (MPPAT 2013). Fue actualizado y publicado en la Gaceta Oficial Extraordinaria Nº 6.302 de fecha 01 de junio de 2017 (MPPAT 2017a). En este destaca que se tienen en alerta cuarentenaria 1.072 especies de plagas, distribuidas en: 480 de insectos, 34 de ácaros, 80 de hongos, 117 de bacterias, 84 de nematodos, 127 de virus, 127 especies de malezas y 23 especies o grupos de gastrópoda. Las siguientes son las más importantes de prevención de entrada al país: *Bactrocera* spp., *Trogoderma* spp., *Ceratitis rosa*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical, *Cercospora kikuchii* (Tak. Matsumoto & Tomoy.) M.W. Gardner, *Xylella fastidiosa* (Wells *et al*. 1987); *Longidorus* spp., *Tylenchus* spp., Banana bunchy top virus (BBTV) y Citrus leprosis virus (CiLV).

CONCLUSIONES

El INSAI dispone del equipo técnico calificado y con amplia trayectoria institucional, para la atención en el campo agrícola, laboratorios, puertos, aeropuertos y puestos fronterizos.

La institución se mantiene actualizada en su marco jurídico, tanto en resoluciones como providencias para normar lo relacionado a la sanidad vegetal del país.

Las relaciones interinstitucionales fortalecen la operatividad del Instituto en relación a laboratorios y especialistas de instituciones de Investigación y docencia universitaria para el diagnóstico de problemas sanitarios puntuales y en el desarrollo de destrezas y habilidades de ámbito fitosanitario, a técnicos y productores en todo el país.

AGRADECIMIENTOS

A Pedro A. Morales-Valle, Gustavo E. Martínez-Solórzano y Dorian A. Rodríguez-González por la revisión y aportes al manuscrito. A Edgloris Marys y Raisa Rumbos por ceder sus fotografías. A todo el personal de la Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI nacional y regional, por los datos e información suministrada.

LITERATURA CITADA

Almaguel, L; Cabrera, I; Hernández, J; Ramos, M; Sandoval, I. 2002. Entomología, Biología, Ecología y Manejo Integrado del vaneado de la panícula y pudrición de la vaina del arroz en Cuba. Resultado científico en opción a Premio de la Academia de Ciencias de Cuba. Septiembre. 245 p.

ANV (Asamblea Nacional de Venezuela). 2008. Ley de Salud Agrícola Integral (en línea). Decreto 6.129. Caracas. Venezuela. 03 jun. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2LRKurr

Bailey, BA; Evans, HC; Phillips-Mora, W; Ali, SS; Meinhardt , LW. 2018. *Moniliophthora roreri*, causal agent of cacao frosty pod rot (en línea). Molecular Plant Pathology 19 (7):1580-1594. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nwQDHN

Blaustein, RA; Lorca, G; Teplitski, M. 2018. Challenges for Managing *Candidatus* Liberibacter spp. (Huanglongbing Disease Pathogen): Current Control Measures and Future Directions (en línea). Phytopathology 108(4):424-435. Consultado 14 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fqrw

Botta, E; Almaguel, L; Franco, I; Díaz, Y. 2008. Evaluación de la acción de diferentes fitorreguladores sobre las poblaciones de *Steneotarsonemus spinki* Smiley en dos variedades comerciales de arroz (en línea). Fitosanidad 12(2):109-116. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XSD22c

Cermeli, M; Morales, P; Godoy, F. 2000. Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera, Psyllidae) en Venezuela. Boletín de Entomología Venezolana 15:235-243.

Cermeli, M; Morales, P; Perozo, J; Godoy, F. 2007. Distribución del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera, Psyllidae) y presencia de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera, Eulophidae) en Venezuela. Entomotropica 22 (3):181-184.

CEUV (Congreso de los Estados Unidos de Venezuela). 1941. Ley sobre defensas sanitarias vegetal y animal. Gaceta Oficial N° 20.566. 4 p. 15 ago.

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 1997. Texto de la convención (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38im16r

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 2016. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF N° 19. Directrices sobre las listas de plagas reglamentadas (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 7 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3h2rLFd

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 2017a. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias NIMF N° 09. Directrices para los programas de erradicación de plagas (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3mvRib8

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 2017b. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. NIMF N° 12. Directrices para los Certificados Fitosanitarios (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38MIKJr

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 2019a. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. NIMF N° 05. Glosario de términos fitosanitarios adoptado en 2019 (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/34r7Smm

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 2019b. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. NIMF N° 06. Vigilancia (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 29 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3qjshSH

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 2020a. Estándares adoptados (NIMF) (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 29 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3mwyNTK

CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Italia). 2020b. La solución ePhyto de la CIPF (en línea). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2WntCeq

CRV (Congreso de la República de Venezuela). 1964. Ley de abonos y demás agentes susceptibles de operar una acción beneficiosa en plantas, animales, suelos y aguas (en línea). Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 27.498. 2 p. 23 jul. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bYrHFV

Dita, M; Teixeira, LAJ; O'Neill, W; Pattison, AB; Weinert, MP; Li, CY; Zheng, SJ; Staver, C; Thangavelu, R; Viljoen, A. 2020. Current state of Fusarium wilt of banana in the subtropics (en línea). Acta Horticulture 1272:45–56. Consultado 18 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fnzs

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2020. La FAO presenta 2020 como Año Internacional de la Sanidad Vegetal. (en línea). Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/34nncA9

García J; Marcillo A; Palacios C. 2019. Amenazas de las manchas foliares de Sigatoka (*Mycosphaerella* spp.) en la producción sostenible de banano en el Ecuador (en línea). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável 14(5):591-596. Consultado 15 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3mwLPR8

García-Bastidas, F; Quintero-Vargas, C; Ayala-Vasquez, M; Seidi, M; Schermer, T; Santos-Paiva, M; Noguera, A; Aguilera, C; Wittenberg, A; Sorensen, A; Hofstede, R; Kema, G. 2019. First report of fusarium wilt tropical race 4 in Cavendish bananas caused by *Fusarium odoratissimum* in Colombia (en línea). Plant Disease 104(3):994. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fnzr

Guédez, C; Rodríguez, D. 2004. Compatibilidad vegetativa y raza patogénica de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* del estado Trujillo, Venezuela. Fitopatologia Venezolana 17:30-32.

Hummel, NA; Castro, BA; McDonald, EM; Pellerano, MA. Ochoa. 2009. The panicle rice mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, a rediscovered pest of rice in the United States (en línea). Crop Protection 28(7):547-560. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/c7mdf3

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2019. Resolución número 00008573 de 2019, por medio de la cual se declara en cuarentena fitosanitaria la finca Don Marce, ubicada en el municipio de Riohacha, departamento de La Guajira, por la presencia de síntomas asociados a la plaga *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical (en línea). 5 jul. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2KeeHAN

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2017a. Providencia Administrativa N° 046/2018 mediante la cual se establece las medidas y los procedimientos fitosanitarios para la prevención, control y contención de la enfermedad denominada Huanglongbing (HLB) (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.248. 02 oct. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38I8iHy

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2017b. Programa para detección, prevención, manejo y control de Huanglongbing de los cítricos, causada por la bacteria *Candidatus* liberibacter spp. para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. 64 p. Consultado 24 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2LRQdOg

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018a. Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc* R4T) para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 42 p. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nTsiLL

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018b. Programa de detección, prevención, contención, control y erradicación de la plaga *Maconellicoccus hirsutus* (Green) "Cochinilla rosada", para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 35 p. Consultado 04 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nV3ouX

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018c. Programa para la detección, prevención, manejo y control de la sarna verrugosa de la papa, causada por el hongo *Synchytrium endobioticum* para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. 36 p. Consultado 24 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2LRQdOg

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018d. Programa de detección, prevención y control de la enfermedad "Marchitez bacteriana" causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* (Smith.) Yabuchi, para

la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 42 p. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nTsiLL

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018e. Programa para detección, prevención, manejo y control del "Acaro rojo de las palmas" *Raoiella indica* Hirst para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 37 p. Consultado 02 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/396RF8A

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018f. Programa para detección, prevención, manejo y control del "Ácaro vaneador del arroz" *Steneotarsonemus spinki* Smiley para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 53 p. Consultado 04 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3sCpiH6

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018g. Programa para prevención, contención, control y erradicación de la plaga "barrenador o pasador del fruto del aguacate" causada por *Stenoma catenifer* Walsingham, para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 57 p. Consultado 02 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/39akUY5

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018h. Programa para la prevención, detección manejo y control de las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 108 p. Consultado 04 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nQMHAS

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018i. Providencia Administrativa N° 057/2018 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para prevención y contención de la raza 4 tropical (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.480. 12 sep. Consultado 8 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bEoBXF

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018j. Providencia Administrativa N° 058/2018 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de la *R. solanacearum* (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.480. 12 sep. Consultado 8 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bEoBXF

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018k. Providencia Administrativa N° 059/2018 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de *M. fijiensis* (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.480. 12 sep. Consultado 18 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bEoBXF

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018L. Providencia Administrativa N° 060/2018 mediante la cual se establece las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de la sarna verrugosa de la papa (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.480. 12 sep. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bEoBXF

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018m. Providencia Administrativa N° 061/2018 mediante la cual se establece las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación del ácaro vaneador del arroz (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.480. 12 sep. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bEoBXF

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018n. Providencia Administrativa N° 069/2018 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación de las moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae) (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.504. 17 oct. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XC2toH

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018o. Providencia Administrativa

N° 070/2018 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención y control de *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans, Stalpers, Samson & Benny. Moniliasis del cacao (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.504. 17 oct. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XC2toH

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018p. Providencia Administrativa N° 071/2018 mediante la cual se establecen las normas para la prevención, contención, control y erradicación de la plaga *Maconellicoccus hisitus* (Green) "Cochinilla rosada" (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.504. 17 oct. Consultado 18 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XC2toH

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018q. Providencia Administrativa N° 072/2018 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación del "acaro rojo de las palmas" *Raoiella indica* Hirst (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.504. 17 oct. Consultado 18 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XC2toH

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018r. Providencia Administrativa N° 073/2018 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la prevención, contención, control y erradicación del *S. catenifer* (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.504. 17 oct. Consultado 8 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XC2toH

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2018s. Reglamento interno del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI) (en línea). Consultado 02 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/38JraWm

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2019a. Comunicado sobre riesgos fitosanitarios transfronterizos (en línea). Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nIH9Zc

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2019b. Normas, medidas y procedimientos para garantizar la aptitud sanitaria y fitosanitaria en el funcionamiento de empresas almacenadoras, silos, torrefactoras y depósitos de productos de origen vegetal, en la República Bolivariana de Venezuela (en línea). 43 p. Consultado 9 jul. 2020. Disponible enhttps://bit.ly/2XSmoja

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2019c. Programa de detección, prevención y control de la enfermedad "Sigatoka negra" causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, en el cultivo de la familia Musaceae, para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Dirección de Salud Vegetal Integral del INSAI. Maracay. 56 p. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nJmBzJ

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2019d. Providencia Administrativa N° 007/2019 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos para garantizar las condiciones sanitarias y fitosanitarias adecuadas para el funcionamiento de empresas almacenadoras, silos, torrefactoras y depósitos de productos de origen vegetal en la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.697. 9 jul. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XNqMjs

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2020. Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (en línea, pág. web). Consultado 02 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2Y47ZAq

Ledezma, J; Amaya, M; Magne, C; Ramos, AC; Torrico, J; Quisbert, E. 2013. Parasitoides para el control biológico de las moscas de la fruta en Santa Cruz (en línea). Tinkazos 16(34):93-117. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3munQSW

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1947. Resolución N° 5 mediante la cual se prohíbe la importación de toda clase de frutas frescas, plantas vivas de plantas que vengan sueltas en los equipajes de los pasajeros o con personas que arriben al territorio de la República por vía marítima, aérea o terrestres, así como también la venta o traspaso de dichos artículos en los buques y demás vehículos que, procedentes del exterior, permanezcan temporalmente en los puertos nacionales. 1 p. 20 de jun.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1962. Resolución N° SIA-254 mediante la cual se prohíbe el traslado de plantas de cacao o partes de estás. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 27.020. 2 p. 06 de dic.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1971. Resolución N° 19 mediante la cual instruyen que toda exportación de cacao en grano deberá ir acompañada de un certificado sanitario. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 29.431. 1 p. 29 de ene.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1978a. Resolución N° 260 donde se prohíbe la importación de semillas, plantas y partes de plantas de cacao. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.539. 1 p. 31 de jul.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1978b. Resolución N° 297. Campaña de erradicación, preventiva y control de la enfermedad denominada "carbón de la caña de azúcar" (*Ustilago scitaminea* Sydow). Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.570. 2 p. 12 de sep.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1980. Resolución N° 50 mediante la cual se implementa las medidas pertinentes para el control de las especies de ratas que causan daño a la producción agrícola nacional. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.916. 1 p. 01 de feb.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1988a. Resolución N° 137 mediante la cual se crea con carácter *Ad honorem*, la comisión nacional de prevención de la broca y control de la roya del cafeto. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 33.906. 1 p. 12 de feb.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1988b. Resolución N° 315 mediante la cual se declara áreas críticas los estados Zulia, Táchira, Mérida, Trujillo, Apure, Barinas y Territorio Federal Amazonas. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.003. 2 p. 08 de jul.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1990. Resolución N° 157 mediante la cual se prohíbe la importación de semillas (hijos), plantas y partes de musáceas (plátanos, cambures y topochos). Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.479. 2 p. 31 de may.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1991a. Resolución N° DGSDA/DSV/430. Campaña nacional fitosanitaria de prevención y control contra la plaga denominada *Thrips palmi* Kany. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.853. 2 p. 2 de dic.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1991b. Resolución N° 447. Campaña para el control de la mosca blanca y otras plagas que causan daño a los cultivos en las áreas afectadas del territorio nacional. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.864. 2 p. 17 de dic.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1991c. Resolución N° 461 mediante la cual se declara en cuarentena la zona afectada que comprende el área del municipio Catatumbo en jurisdicción del estado Zulia. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.868. 2 p. 23 de dic.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1992. Resolución N° SASA/DSV/167 mediante la cual se crea la Comisión Nacional de prevención, control y erradicación de moscas de las frutas. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.999. 2 p. 06 de jul.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1997. Resolución DM/N° 341 mediante la cual se establece las medidas de prevención y cuarentenarias y el sistema de control de movilización de frutas a través de las barreras fitosanitarias, que controlan el acceso hacia el área libre en reconocimiento (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 36.336. 18 nov. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38Fmxgb

Magdama, F; Monserrate, L; Serrano, L; García, L; Jiménez, M. 2020. Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, the Fusarium Wilt Pathogen of Banana, in Ecuador (en linea). Plants 9:1133. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fnzq

Malavasi, A; Zucchi, RA. 2000. Moscas-das-frutas de Importância Econômica no Brasil. Conhecimento Básico e Aplicado. Holos Editora, Riberão Preto, Brasil. 327 p.

Martínez, G; Hernandez, J; Aponte, A. 2000. Distribución y epidemiología de la sigatoka negra en Venezuela. Fonaiap. Serie C, N° 48. 50 p.

Martínez, G; Rey, J; Pargas, R; Manzanilla, E. 2020. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 31(1):259-276. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fnpk

Marys, E; Rodríguez-Román, E; Mejías, R; Mejías, A; Mago, M; Hernández, Y. 2020. First report on molecular evidence of *Candidatus* Liberibacter asiaticus associated with citrus Huanglongbing in Venezuela (en línea). Journal of Plant Pathology 102:1333. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fn7j

MAT (Ministerio de Agricultura y Tierras, Venezuela). 2004. Resolución N° DM/N° 048 mediante la cual queda restringida la movilización de plantas de cacao o partes de plantas de estas (mazorcas, almendras, estacas y yemas) de los estados Zulia, Apure, Barinas, Mérida y Táchira, a cualesquiera otras áreas libres de Monilia de cacao, con excepción de la almendra beneficiada (en línea). Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 37.901. 18 de mar. Consultado 16 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3qhNRHg

MAT (Ministerio de Agricultura y Tierras, Venezuela). 2006. Resolución N° DM/N° 068 mediante la cual se establecen las medidas y los procedimientos fitosanitarios para la certificación del embalaje de madera, fabricado de madera en bruto para la exportación (en línea). Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 38.408. 29 de mar. Consultado 16 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ioJbMV

McElroy, MS; Navarro, AJR; Mustiga, G; De Conrad, P; Gezan, S; Peña, G; Saquicela, D; Sotomayor, I. 2018. Predicción de la resistencia del cacao (*Theobroma cacao*) a *Moniliophthora* spp. a enfermedades a través del análisis de asociación de todo el genoma y la selección genómica (en línea). Frontiers in Plant Science 9:343. Consultado 05 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ramKyW

Morales, P; González, E. 2007. El género *Anastrepha* Schiner y su importancia económica en frutales en Venezuela. *In* Hernández-Ortiz, V. (ed). Moscas de la Fruta en Latinoamérica (Díptera: Tephritidae): Diversidad, biológica y manejo. Distrito Federal, México, S y G editores p. 27-52.

MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Venezuela). 2013. Resolución DM/N° 118/2013 mediante la cual se publica la Lista de Plagas Reglamentadas para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 40.287. 05 nov. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ikfEnF

MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Venezuela). 2016. Resolución DM/N° 139/2016 sobre la Incorporación al ordenamiento jurídico nacional de la Resolución MERCOSUR/GMC/RES N° 23/16 "Sub estándar 3.7.33. Requisitos fitosanitarios para *Musa* spp. (Banana) según país destino y origen para los estados partes (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 40.995. 23 sep. Consultado 30 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2LoHJh5

MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la agricultura y Tierras, Venezuela). 2017a. Resolución DM/N° 022/2017. Actualización de lista de plagas reglamentadas para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6.302. 48 p. 1 jun. Consultado 27 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ikfEnF

MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras, Venezuela). 2017b. Resolución DM/N° 052/2017 mediante la cual se establecen las medidas y los procedimientos fitosanitarios para la certificación del embalaje de madera fabricado de madera en bruto para la exportación e importación (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.754. 06 nov. Consultado 16 de jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3oLf6tf

MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la Agricultura Productiva y Tierras, Venezuela). 2019. Providencia Administrativa N° 006/2019 mediante la cual se establecen las normas, medidas y procedimientos fitosanitarios para la adecuación y funcionamiento de viveros, expendios de plantas y ambientes protegidos,

en la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.278. 14 nov. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XNqMjs

Navia, D; Mendoza, R; Ochoa, R. 2010. The rice mite *Steneotarsonemus spinki*, an invasive species in the Americas (en línea). *In* Sabelis, MW; Bruin, J. (eds.). Trends in Acarology. Springer Science. p. 379-384. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3iQsdHP

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, El Salvador). 2019. Efectúan reunión del Grupo Interamericano de Coordinación en Sanidad Vegetal (en línea). Consultado 26 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38gMqBs

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, El Salvador) 2020. OIRSA participa en celebración de 120 Años de Sanidad Vegetal en México (en línea). Consultado 26 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38gMqBs

Parlamento europeo. 2016. Reglamento (UE) 2016/2031 del parlamento europeo y del consejo relativo a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales, por el que se modifican los Reglamentos (UE) N° 228/2013, (UE) N° 652/2014 y (UE) N° 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan las Directivas 69/464/CEE, 74/647/CEE, 93/85/CEE, 98/57/CE, 2000/29/CE, 2006/91/CE y 2007/33/CE del Consejo (en línea). 26 de octubre. Diario Oficial de la Unión Europea. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/39CAn2i

Parra, D; Pérez, S; Sosa, D; Rumbos, R; Gutiérrez, B; Moya, A. 2009. Avances en las investigaciones venezolanas sobre enfermedades del cacao (en línea). Revista de Estudios Transdisciplinarios 1(2):56-75. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3o0vRjc

Peeters, N; Guidot, A; Vailleau, F; Valls, M. 2013. *Ralstonia solanacearum*, a widespread bacterial plant pathogen in the post-genomic era (en línea). Molecular Plant Pathology 14(7):651-662. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2Mdc6I4

Ploetz, RC. 2015. Fusarium wilt of banana (en línea). Review. Phytopathology 105:1512-1521. Consultado 26 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ram5O0

Ploetz, R; Freeman, S; Konkol, J; Al-Abed, A; Naser, Z; Shalan, K; Barakat, R; Israeli, Y. 2015. Tropical race 4 of Panama disease in the Middle East (en línea). Phytoparasitica 43:283-293. Consultado 15 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fnzm

Porteles, M; Rodríguez, D; Ulacio D; Torres, J. 2015. Determinación de razas y grupos de compatibilidad vegetativa de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* en musa, en los estados Carabobo, Cojedes, Guárico y Miranda, Venezuela (en línea). Revista Científica Saber 27(2):334-340. Consultado 15 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/39Ossih

Prieto, J; Morales, J; Salazar, M. 2012. Identification of new hosts for *Ralstonia solanacearum* (Smith) race 2 from Colombia (en línea). Revista Protección Vegetal 27(3):151-161. Consultado 24 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/391QirO

PRV (Presidencia de la República de Venezuela). 1952. Decreto N° 433. Reglamento de abonos, insecticidas y fungicidas para usos agrícolas o pecuarios y de alimentos concentrados para animales. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 23.903. 4 p. 8 ago.

PRV (Presidencia de la República de Venezuela). 1975. Decreto N° 911. Reglamento parcial de las leyes de abono y demás agentes susceptibles de operar una acción, beneficios en plantas, animales suelos o aguas y sobre defensas sanitarias vegetal y animal. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 30.740. 2 p. 13 de may.

PRV (Presidencia de la República de Venezuela). 1984. Decreto N° 2.419. Creación de la comisión *ad-honorem* la Comisión Nacional contra la sigatoka negra del banano y Plátano. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 32.903. 2 p. 24 ene.

PRV (Presidencia de la República de Venezuela). 1992a. Decreto N° 1.847. Reglamento general de plaguicidas (en línea). Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.877. 10 p. 08 de ene.

Consultado 10 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2LTU8dz

PRV (Presidencia de la República de Venezuela). 1992b. Decreto N° 2.064. Creación del Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA), dependiente del Ministerio de Agricultura y Cría. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.884. 3 p. 17 de ene.

Rodríguez, D. 2000. Ocurrencia de *Fusarium oxysporum* en plantaciones de cambur manzano en el estado Trujillo, Venezuela. Fitopatología Venezolana 13:22-24.

Rodríguez, D; Martínez, G; Sanabria, N; Camacho B. 2006. Ocurrencia de la marchitez por *Fusarium* en bananos en Venezuela. Actas Reunión Internacional ACORBAT 17, 2006. Joinville, Brasil. p. 650-652.

Rodríguez. D. 2009. Estado actual del mal de Panamá en banano Manzano (AAB) y Bluggoe (ABB) en Venezuela (en línea). *In* Documentos de Programa y Resúmenes de la Reunión OIRSA (Organismo Regional Internacional de Sanidad Agropecuaria). Reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la raza tropical 4 de *Fusarium*, BBTV y otras plagas de musáceas para la región del OIRSA, América Latina y el Caribe. Consultado 26 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3msffzX

Ros, C; Alcedo, Y; Ramírez, G. 2016. Primer reporte de Ralstonia solanacearum en el cultivo del plátano (*Musa* AAB) en el estado Táchira, Venezuela (en línea). Fitosanidad 20(2):97-100. Consultado 12 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2My6qsh

Sandoval, MF; Almaguel, L; Fréitez, F; Vásquez, C; 2009. Situación actual del ácaro del arroz, *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en Venezuela. Entomotropica 24(3):135-139

Terán, F. 2017. Análisis económico del cultivo de plátano (*Musa* AAB cv. 'Hartón') en Venezuela durante el período 1989-2014. Tesis Ing. Agr. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela. 120 p

La Sociedad Venezolana de Fitopatología y su aporte a la Sanidad Vegetal del país

Dorian Rodríguez[1*], Yonis Hernández[2], Ana Casassa-Padrón[3], Miguel Asdrúbal Arcia[4]

[1]Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Decanato de Agronomía, Posgrado de Fitopatología. Lara, Venezuela. [2]Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO). Aragua, Venezuela. [3]Universidad del Zulia (LUZ), Facultad de Agronomía. Zulia, Venezuela. [4]Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO), Posgrado de Agronomía. Aragua, Venezuela. Correo electrónico: dorianalcides@gmail.com

RESUMEN

Dentro del marco de la celebración del Año Internacional de la Sanidad Vegetal, es oportuno revisar la participación de la Sociedad Venezolana de Fitopatología (SVF) en este campo. Se realizó una revisión bibliográfica sobre los cultivos y sus problemas fitosanitarios más importantes en el país, así como los aportes que ha realizado la SVF y los retos que enfrenta de cara al futuro. Venezuela cultiva una gran variedad de rubros agrícolas, definidos por su diversidad climática. Entre las enfermedades más importantes en la actualidad, se mencionan la rizoctoniasis en maíz, la roya del café, sigatoka negra en musáceas, piricularia en arroz, virus de la tristeza y Huanglongbing en cítricos y moniliasis en cacao. Estos problemas incentivaron el interés en investigadores, quienes desde hace 49 años decidieron organizarse en la SVF y desde allí hacer planteamientos y proponer soluciones, en docencia, investigación, extensión e innovación tecnológica. Quizás, la contribución más significativa de la SVF en los últimos tiempos, ha sido establecer y desarrollar en el país el control biológico de enfermedades e insectos plagas, contribuyendo a propiciar una agricultura sustentable para la población actual y futura. Además de mantener una asesoría constante al productor y a entes públicos y privados sobre la situación fitosanitaria, la SVF a través de sus miembros, está atenta a las plagas cuarentenarias que amenazan la agricultura nacional y mundial; así mismo, a los cambios tecnológicos y a la manera de hacer la investigación conjuntamente con el sector productivo y la empresa generadora de los insumos biológicos.

Palabras clave: enfermedades agrícolas, insectos plagas, control biológico, manejo integrado de plagas.

The Sociedad Venezolana de Fitopatología and its contribution in the country plant health

ABSTRACT

Since 2020 is the International Year of Plant Health, it is convenient to analyze the role of the Sociedad Venezolana de Fitopatología (SVF) in this respect. A literature review on the most important crops and their pathological problems was realized, as well as on the contribution of SVF, and its challenges facing the future. Venezuela has a great variety of staple crops, determined by its whether diversity. Among the most important diseases are rhizoctonia in corn, coffee rust, black sigatoka, in banana, piricularia in rice, citrus tristeza virus and Huanglongbing in citrus crops, and monilia in cocoa tree. These problems encouraged the attention of researchers, who 49 years ago decided to get organized into the SVF to propose solutions in teaching, research, extension, and technological innovation. Maybe, the most significant contribution of the SVF has been the establishment and development of biological control of plant diseases and insect pests, which contribute to sustainable agriculture for the present and future population. Besides keeping a constant consulting to the growers, public and private sectors on plant health situations, the SVF through its members, is on alert on new quarantine diseases that may become a threat to national and worldwide crops, as well as on the technological changes and on the way of researching along with growers and biological product.

Key words: plant diseases, insect pests, biological control, integrated pest management.

Recibido: 27/10/2020 - Aprobado: 10/12/2020

INTRODUCCIÓN

En diciembre de 2018, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) declaró el 2020 como el Año de la Sanidad Vegetal (AISV) de las Naciones Unidas, estableciéndose como objetivo: "concienciar a nivel mundial sobre cómo la salud de las plantas puede ayudar a erradicar el hambre, reducir la pobreza, proteger el ambiente e impulsar el desarrollo económico" (FAO 2019). En su razonar, la FAO informa que anualmente, el 40 % de los cultivos alimentarios a nivel mundial se pierden a causa de las enfermedades e insectos plagas de las plantas, lo cual provoca el hambre de millones de personas. En su propuesta, la FAO (2019) recomienda las asociaciones estratégicas y la colaboración con todas las partes interesadas, incluidos los gobiernos, instituciones académicas y de investigación, sociedad civil y el sector privado, como una vía para lograr los objetivos del AISV.

En Venezuela, los problemas fitosanitarios han sido factor limitante, causante de reducción de la producción agrícola. Muchos de esos problemas son endémicos, pero la variación climática en el país, en el tiempo y el espacio, los avances en el mejoramiento genético y cultural, y las variaciones fenotípicas de las poblaciones de los microorganismos ocasionan que esos problemas surjan periódicamente como epidemias. Las instituciones involucradas responden ante tales circunstancias, algunas veces con rezago de varios años, lo que no evita el daño que puedan causar dichas patologías.

La Sociedad Venezolana de Fitopatología (SVF), que para el 2021 cumplirá 50 años de fundada, aglutina a los profesores universitarios, investigadores en ciencias agrícolas, profesionales en funciones privadas, productores y todos aquellos interesados en la sanidad de los cultivos, con el propósito de plantear, discutir y buscar soluciones a los problemas fitopatológicos de la agricultura en el país. El objetivo del presente trabajo fue revisar los problemas fitopatológicos más importantes en el país y la gestión de la SVF ante los mismos durante los últimos 49 años, así como presentar los futuros retos. Se presentará un extracto de lo realizado como base de discusión y una visión particular de los autores.

DESARROLLO

La agricultura venezolana y los problemas fitopatológicos

La diversidad geográfica y agroecológica de Venezuela han determinado el desarrollo de una gran variedad de cultivos a través de la historia, con sistemas de manejo muy diversos, desde totalmente manuales, con bajo uso tecnológico, hasta altamente mecanizados, con intenso uso de recursos (FAO 2009). Esas características han propiciado la aparición de enfermedades e insectos plagas, causantes de reducciones significativas de la producción, que despertaron en los productores, técnicos, sociedades gremiales, organismos oficiales y privados el interés por tratar de controlarlos y de disminuir sus efectos.

Ingenieros agrónomos, agrícolas, forestales, biólogos, técnicos superiores de universidades, institutos de investigación como el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), la Fundación para la Investigación Agrícola DANAC, la Fundación Azucarera para el Desarrollo, la Productividad y la Investigación (Fundacaña), el Centro Internacional de Investigación del Plátano (Ciplat), Centro Frutícola del Zulia-Corpozulia, entre otros, asociaciones de productores como la de los Productores Rurales de Portuguesa (Asoportuguesa), Asociación Nacional de Cultivadores Agrícolas (ANCA), Asociación de Productores de Semilla Certificada de los Llanos Occidentales (Aproscello) y empresas privadas, entre otros, han participado, a través de la ejecución directa y/o el financiamiento, en el diagnóstico, la investigación, el desarrollo, la innovación tecnológica (DIDT) y la formación de profesionales que conlleve al manejo de tales problemas fitosanitarios.

La implementación de DIDT también ha variado en el transcurso de la historia. Ha cubierto las áreas de micología, bacteriología, nematología, virología; y en cada una de éstas, se ha avanzado en la etiología, epidemiología, control cultural, químico, biológico, mejoramiento genético de variedades y el manejo integrado; utilizando desde técnicas tradicionales hasta la biología molecular, espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR) y la implementación de la agricultura de precisión, mediante el uso de sensores remotos, de imágenes satelitales o de

drones. Estas tecnologías han permitido mejorar el tiempo de respuesta y disminución de las pérdidas por enfermedades e insectos plagas.

Un aspecto importante ha sido el desarrollo de empresas públicas y privadas en la producción y aplicación de controladores biológicos (hongos, bacterias, virus, microorganismos eficientes) y orgánicos (extractos vegetales, biofertilizantes, humus) en un intento por restituir el equilibrio natural de los suelos y el ambiente, afectados por la contaminación ocasionada por la agricultura moderna (Arcia y Bautista 2009, Zambrano *et al*. 2014, Colmenares y Arcia 2019).

En una revisión resumida de algunos de estos cultivos y sus patologías (Cuadro 1) destacan, por ejemplo, el cafeto (*Coffea arabica* L.), un cultivo que conjuntamente con el cacaotero (*Theobroma cacao* L.) marcaron el inicio de la agricultura de exportación en Venezuela. Entre los problemas fitosanitarios del café resaltan la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. y Broome), reportada por primera vez en el país en 1984 (Silva-Acuña *et al*. 1997). Esta dio inicio a trabajos de diagnóstico, epidemiología, mejoramiento genético y control. Así mismo, la broca (causada por el insecto *Hypothenemus hampei* Ferrari (1867), fue reportada por primera vez en el Táchira (Fernández y Cordero 2007). En este caso los fitopatólogos se vieron involucrados en el desarrollo de su control biológico, mediante el uso de los hongos *Beauveria bassiana* Bals. (Vuillemin) y *Lecanicillium* (*Verticillium*) *lecanii* Zimmerman (Montilla *et al*. 2006, Barranco *et al*. 2009).

Por su parte, el cacao, reconocido internacionalmente por su calidad, ha presentado como principales problemas fitosanitarios, la pudrición de la mazorca

Cuadro 1.- Principales cultivos en Venezuela, su distribución geográfica y principales problemas fitopatológicos en el período 1960-2017.

Cultivo	Distribución geográfica (Regiones o Estados)	Principales problemas fitosanitarios
Ajonjolí	Portuguesa, Barinas.	Marchitez por *Fusarium*, pudrición carbonosa por *Macrophomina*.
Algodón	Portuguesa, Barinas, Guárico.	Picudo del algodonero.
Arroz	Portuguesa, Barinas, Guárico.	Piricularia, otras manchas de hojas.
Cacao	Sur del Lago de Maracaibo, Miranda, Monagas.	Moniliasis, escoba de brujas, pudrición de la mazorca.
Café	Cordillera Andina, Monagas, Miranda.	Roya, broca.
Caña de Azúcar	Portuguesa, Sur del Lago de Maracaibo, Lara, Yaracuy.	Candelilla (*Aenolamia* sp.), roya, pokkah boeng.
Frutales	Zulia, Los Andes, Yaracuy, Carabobo, Aragua.	Pudrición apical de la guayaba, antracnosis, tristeza de los cítricos, nematodos.
Hortalizas	Los Andes, Lara, Carabobo, Aragua, Falcón.	Bacterias, rizoctoniasis, hernia de las crucíferas.
Musáceas	Sur del Lago de Maracaibo, Aragua, Portuguesa, Barinas.	Sigatoka negra, nematodos, hereque, pudrición del tallo, picudo.
Leguminosas	Aragua, Yaracuy. Portuguesa, Barinas, Los Andes.	*Macrophomina*, roya, marchitez por *Fusarium*.
Maíz	Portuguesa, Barinas, Yaracuy, Guárico.	Punta loca, rizoctoniasis, marchitez por *Fusarium*, manchas de hojas.
Papa	Los Andes, Lara, Carabobo, Aragua.	Candelilla tardía, rizoctoniasis, pudrición del cuello, insectos, marchitez bacteriana, sarna polvorienta.
Tabaco	Aragua, Cojedes.	Rizoctoniasis, virus.

y cáncer del tronco (*Phytophthora* sp. (E. J. Butler) E. J. Butler), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime y Phillips-Mora, comb. nov.) y la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif. HC) (Evans *et al*. 1978, Parra *et al*. 2009). Trabajos sobre distribución geográfica, manejo cultural, químico, biológico y mejoramiento genético se han realizado para el control de estas enfermedades (Castellano *et al*. 2005, Parra *et al*. 2005, Sánchez-Cuevas y Marín 2005, Medina *et al*. 2013).

En el arroz (*Oryza sativa* L), la enfermedad fungosa más sobresaliente en el país y más devastadora en el mundo es la piricularia, causada por *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc (*Magnaporthe oryzae*) (Zambrano *et al*. 2006). Este patógeno se caracteriza por alta variabilidad genética que hace difícil las medidas de control químico y varietal, generando numerosas razas y dando origen a la introducción del concepto de linajes. Éstos han sido identificados y caracterizados a través de la reacción en cadena de la polimerasa, basada en elementos repetitivos (rep-PCR), con los iniciadores Pot2. Utilizando esta técnica, González *et al*. (2014) lograron identificar 13 linajes en los Llanos Venezolanos. De esta forma, el concepto de linajes se utiliza, para seleccionar materiales de arroz por su resistencia al patógeno (Arnao *et al*. 2008).

En relación a la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), los principales problemas fitopatológicos han sido la roya (*Puccinia melanocephala* H. Sydow y P. Sydow), pokkah boeng (*Fusarium moniliforme* J. Sheld.), mancha de anillo (*Leptosphaeria sacchari* B. de Hann) y el carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow.). El principal método de control estudiado y utilizado en el país ha sido el de mejoramiento genético para la obtención variedades resistentes (Urdaneta y Borges 2008). Algunos insectos, en cuyo control se han involucrado los fitopatólogos son *Aeneolamia varia* (F) (Homoptera: Cercopidae) y *Diatraea saccharalis* (F) (Lepidoptera: Crambidae) a través del uso de los hongos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor., y *Beauveria bassiana*, en el primer caso; y *M. anisopliae* y la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner), en el segundo (Salazar 1988, Zambrano *et al*. 2014).

Por su alto volumen de consumo, el maíz (*Zea mays* L.) constituye el principal cultivo de Venezuela. Así mismo, es uno de los cultivos más afectados por enfermedades e insectos plagas, que atacan el follaje, las raíces y la inflorescencia. Una enfermedad que en el pasado generó gran movilización fue la conocida como punta loca o mildiú lanoso del maíz (*Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirum) (Malaguti *et al*. 1977) y que gracias al mejoramiento genético, hoy en día es un problema superado.

Entre las enfermedades fungosas más frecuentes resaltan las del follaje causadas por el complejo *Helminthosporium: Setosphaeria turcica* (Luttr) Leonard & Suggs. (*Hexserohilum turcicum = Dreschlera turcica* (Pass.) Subram. & Jain) y *Cochliobolus heterostrophus* (Dreschler) Dreschler (*Bipolaris maydis* (Y. Nisik & C. Miyake) Shoemaker) (CIMMYT 2004). Aunque el mejoramiento genético ha contribuido a reducir los daños causados por estas enfermedades, continúan siendo el objetivo de gran cantidad de aspersiones químicas. Quizás, la enfermedad que más capta el interés en la actualidad es la mancha bandeada de la hoja, ocasionada por *Rhizoctonia solani* f. sp. *sasakii* Exner (*Corticium sasakii* (Shirai.) Matsumoto, sin *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk), sub grupo AG1 IA, que, igualmente, induce la enfermedad de la pudrición parda de la mazorca. Es una enfermedad muy destructiva en los estados llaneros del país, en el cual se ha desarrollado ampliamente, por su efectividad, el uso del control biológico con *Trichoderma* (García *et al*. 2008).

Una de las áreas de investigación de gran utilidad para la agroindustria, fue sobre la producción de micotoxinas en granos de maíz (Luzón *et al*. 2003). Entre los insectos plagas, dos de ellos: el barrenador (*Diatraea saccharalis*) y el cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) del maíz sobresalen por las investigaciones y uso de los hongos entomopatógenos *M. anisopliae*, *B. bassiana* y la bacteria *B. thurigiensis*, lo que ha contribuido a su incorporación en las prácticas de manejo del cultivo (Goyo 2005, Rodríguez 2008, Zambrano *et al*. 2014)

En cuanto a los frutales, renglón muy extenso en el país, sobresalen aquellos de mayor consumo, como las musáceas (*Musa* spp.), las cítricas (*Citrus* spp.), el aguacate (*Persea americana* Mill.), la lechosa (*Carica papaya* L.). Algunas enfermedades, como la antracnosis, son comunes a ellas, pero otras son específicas y han merecido atención particular. Las musáceas, por ejemplo, han tenido afectación general por la sigatoka negra (*Micosphaerella fijiensis* Morelet.) en casi todo el país (Martínez *et al*. 2000)

y los estudios han estado centrados básicamente, en el diagnóstico y distribución de la enfermedad, epidemiología, control químico, evaluación de resistencia en materiales nacionales e introducidos. Otras enfermedades limitantes del cultivo son las causadas por bacterias: pudrición del pseudotallo (*Pectobacterium* sp. y *Dickeya* sp.), hereque o moko (*Ralstonia solanacearum*) y los nematodos, en las cuales se han realizado trabajos de diagnóstico, manejo cultural y biológico (Ordosgoitti *et al*. 1970, Cedeño *et al*. 1990, Bracho *et al*. 2001, Trujillo *et al*. 2003, Vivas *et al*. 2009).

En el caso de los cítricos, el virus de la tristeza (CTV), reportado por primera vez en Venezuela en 1960 (Knorr *et al*. 1960), causó la destrucción de unas 30.000 ha en 1980, por lo que recibió especial atención en esa época a través de la evaluación de variedades, control de vectores, limpieza de materiales genéticos, propuestas de protección cruzada, indexación de materiales, entre otros (Ochoa *et al*. 1994).

Actualmente, un nuevo problema preocupa a los productores, técnicos, organismos oficiales y la agroindustria; se trata de la enfermedad del dragón amarillo o Huanglongbing (HLB). La enfermedad fue aparentemente encontrada por primera vez en plantas atípicas en el estado Portuguesa, en 2011, confirmado después en 2016 en Carabobo y Yaracuy. Para el 2017 se confirma en Carabobo, Yaracuy y Aragua (Geraud *et al*. 2019, Marys *et al*. 2020). Se realizan estudios sobre el uso de entomopatógenos para el control de la *Diaphorina citri*, agente vector de la bacteria, fortalecimiento de las metodologías de diagnóstico de ésta con técnicas moleculares, medidas de prevención y mitigación de la enfermedad (IICA 2019).

Por su versatilidad, la papa (*Solanum tuberorum* L.) es el componente de raíces y tubérculos más consumido en el país. Su cultivo se realiza a partir de los 800 m de altitud, a temperaturas por debajo de los 25 ºC y presenta una diversidad de enfermedades e insectos plaga, cuya incidencia y severidad depende de la ubicación geográfica y de la época de cultivo. La enfermedad más común y devastadora de este cultivo es la candelilla tardía (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary.). La rapidez con que el patógeno ataca obliga a realizar controles inmediatos e intensivos, de allí el interés por estudiarlo y atender su manejo. En ese aspecto, se realizaron, y continúan realizándose, trabajos sobre la caracterización de sus poblaciones, epidemiología, el control químico, varietal, cultural y orgánico (Rodríguez 2001, Zapata *et al*. 2003, Rodríguez *et al*. 2008, Rodríguez *et al*. 2009). Otro de los problemas limitantes del cultivo es la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* Smith), especialmente para la producción de semilla, debido a que los lotes de terreno donde se encuentre presente esta bacteria son descartados para tal fin (García *et al*. 1999). A nivel del tubérculo, se presenta un problema, que, aunque cosmético, afecta fuertemente la producción comerciable, especialmente en la zona andina; se trata de la sarna polvorienta (*Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh). En relación a esta enfermedad, se han realizado trabajos de diagnóstico, caracterización molecular (Bittara *et al*. 2013), evaluación varietal, control biológico y orgánico (García *et al*. 2005, Bittara *et al*. 2009).

La Sociedad Venezolana de Fitopatología, centro de aglutinación técnica

En el año 1966, funcionarios de distintas instituciones involucradas en el acontecer agrícola del país y preocupados por el estado sanitario de los cultivos deciden reunirse y realizar el Primer Seminario Nacional de Fitopatología. El 20 de septiembre de 1971, en el marco del Segundo Seminario, acuerdan crear la Sociedad Venezolana de Fitopatología (SVF), aunque su protocolización se hizo en el año 1985. Se conformó como una Sociedad Civil de carácter científico sin fines de lucro, cuyos objetivos eran "*promover y estimular el estudio científico de las enfermedades de las plantas, fomentar el desarrollo de la ciencia fitopatológica, el espíritu de investigación, divulgación y enseñanza y en general todo lo relacionado con el progreso de esta ciencia en Venezuela*"; además, reunir en su seno a todas aquellas personas cuyas actividades estaban relacionadas con el estudio o aplicación de la Fitopatología (SVF 1971, 1985).

Estructura de la SVF

En sus inicios la SVF estuvo conformada por una junta directiva integrada por 5 miembros, a saber: Presidente, Vicepresidente, Secretario, Tesorero y un Vocal, además los Miembros fundadores y socios ordinarios. Posteriormente se amplió esa estructura incluyendo, en el año 1979, a los Delegados Regionales, y en el año 1991, al Secretario Ejecutivo y a los Socios Honorarios (SVF 1971, 1993)

La primera junta directiva de la SVF (1971-1973) estuvo integrada por el Ing. Agr. José Agustín González, (presidente), Dr. Carlos Díaz Polanco, (vicepresidente), Dr. Asdrúbal Arcia (secretario), Ing. Agr. Alfonso Ordosgoitti (tesorero), y el Ing. Agr. Orlando Aponte (vocal). Hasta la fecha la SVF ha tenido 23 juntas directivas (Cuadro 2).

A partir de la conformación de la Sociedad, cada dos años en Asamblea general de socios se nombra una nueva junta directiva e igualmente se elige la nueva sede en la cual se realiza la reunión científica auspiciada por la SVF, que en un principio recibió el nombre de Seminario Nacional de Fitopatología, y luego, después de 1989, se decidió en Asamblea que pasara a llamarse Congreso Venezolano de Fitopatología (SVF 1993).

Los primeros representantes regionales que se designaron en 1979, fueron: Leida de Maruri (región zuliana), Alexis Pardo (región central), Eduardo Ortega (región centro oriental) y Conrado Daboin (región andina). Asimismo, con el aumento en el

Cuadro 2. Juntas directivas de la Sociedad Venezolana de Fitopatología desde 1971 hasta 2015.

Año	Presidente	Vicepresidente	Secretario	Tesorero	Vocal
1971-1973	José Agustín González	Carlos Díaz Polanco	Asdrúbal Arcia	Alfonso Ordosgoitti	Orlando Aponte
1973-1975	Carlos Díaz Polanco	Hermógenes Flores	Orlando Aponte	Juan Renaud	Otton Holmquist
1975-1977	Fernando Morales	Juan Renaud	José M. Camino	Luis Subero	Clemente Lárez
1977-1979	Carlos Díaz Polanco	Carlos Navas	Juan Pineda	Luis Subero	Clemente Lárez
1979-1981	Luis Subero	Eduardo Quintero	Juan Pineda	Gunta Smith	Cesar Escovar
1981-1983	Hermann Nass	Cesar Escovar	Hilda de Alvarado	Conrado Daboin	Carlos Nava
1983-1985	Asdrúbal Arcia	Calos Nava	Gustavo Trujillo	Nelly de Albarracín	Carlos Zambrano
1985-1987	Gino Malaguti	Juan Renaud	Oswaldo López P.	Nelly de Albarracín	Dilcia A. de Marcano
1987-1989	Carlos Zambrano	Conrado Daboin	Claudio Mazzani	Mario Garrido	Asdrúbal Aponte
1989-1991	Conrado Daboin	Clemente Lárez	Francisco Ochoa	Renato Crozzoli	Berto Arias
1991-1993	Clemente Lárez	Rodolfo Acevedo	Asdrúbal Díaz	Maria C. Sánchez	Williams Hidalgo
1993-1995	Rodolfo Acevedo	Otton Holmquist	Raul León Palencia	Luis Bautista	Lilian Bracamonte
1995-1997	Rixio Santos	Juan Pineda	Máximo Matheus	Nelitza Rincón	Freddy Bracho
1997-1999	José M. Camino	Juan Pineda	Reinaldo Cardona	Pastor Petit	Dorian Rodríguez
1999-2001	Luis Subero	Nelly S. de Albarracín	Yolanda Guevara	Asdrúbal aponte	Dercy Parra
2001-2003	Luis Subero	Nelly S. de Albarracín	Yolanda Guevara	Asdrúbal aponte	Dercy Parra
2003-2005	Dorian Rodríguez	Julitt Hernández	Dilcia A. de Marcano	Manuel Delgado	José Velásquez
2005-2007	Julitt Hernández	Nixon Jiménez	Erika Arnao	Giomar Blanco	Rosaura Briceño
2007-2009	Alex González	Erika Arnao	Guillermo Perichi	Eduardo Graterol	Zunilde Lugo
2009-2011	Juan Pineda	Clemencia Guedez	María Elena Sanabria	Dilcia Ulacio	Erika Arnao
2011-2013	Luis Bautista	Eduardo Graterol	Marlyn Escalante	Rosa Vera	Maritza Lara
2013-2015	Luis Bautista	Daysi Araujo	Marlyn Escalante	Bridget Moreno	Jenny Cova

número de Socios en toda Venezuela, se amplió el número de estos representantes, incluyendo a los estados Aragua, Carabobo, Cojedes, Barinas, Zulia, Monagas, Miranda y Distrito Capital, Yaracuy, Falcón, Lara, Mérida, Táchira, Trujillo (SVF 1993, 2013).

Con relación a la Secretaría Ejecutiva, desde su aprobación en Asamblea de Socios en 1991, se han nombrado 4 secretarios: Francisco Ochoa (1991-1993), Iraima Rodríguez (1993-2003), Ligia Carolina Rosales (2003-2007) y Yonis Hernández (2007-2013) (SVF 2013).

Número de miembros

Al momento de su creación, 25 miembros suscribieron el Acta Constitutiva de la Sociedad (SVF 1971), la mayoría de los cuales eran profesionales que pertenecían a la Universidad Central de Venezuela (UCV), Universidad Experimental Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Universidad de Oriente (UDO), Universidad de Los Andes (ULA), Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), Universidad del Zulia (LUZ) e Institutos de Investigación, principalmente el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA); no obstante, a lo largo de los años fue creciendo y extendiéndose gracias a la labor de sus socios, los cuales se encargaron de dar a conocer la existencia e importancia de la Sociedad, por lo cual se fueron sumando profesionales pertenecientes a diferentes entidades privadas y públicas relacionadas al agro, así como también, estudiantes de las carreras de agronomía y afines, y productores agrícolas. En el año 1973, habían inscritos 27 miembros; entre los años 1989-1993, se contaron 274 socios, y para el año 2013, 327 socios (SVF 1971, 2013).

Reuniones auspiciadas por la Sociedad

Se han efectuado en 49 años, 11 seminarios (1966-1989), celebrando el I y II Seminario Nacional de Fitopatología, en Maracay, edo. Aragua (1966 y 1971 respectivamente); el III en Maturín, edo. Monagas (1972); el IV en Barquisimeto, edo. Lara (1975); el V en Acarigua–Araure, edo. Portuguesa (1977); el VI en Maracaibo, edo. Zulia (1979); VII en San Cristóbal, edo. Táchira (1981); el VIII en Trujillo, edo. Trujillo (1983); el IX y X Maracay, edo. Aragua (1985 y 1987 respectivamente) y el XI en Trujillo, edo. Trujillo (1989). Asimismo, se realizaron 13 congresos (1991-2015) en forma ininterrumpida cada 2 años (Acevedo 2015).

Durante las reuniones se presentaron los resultados de investigación organizados en secciones, según el organismo patógeno: hongo, bacteria, nematodo o virus. En algunas oportunidades existió la sección de otros patógenos donde se incluyeron enfermedades causadas por protozoarios, por etiologías desconocidas y misceláneos. Importante notar que entre el 40 y 60 % de los trabajos fueron sobre enfermedades causadas por hongos, lo cual es un reflejo de la importancia de estos organismos en las patologías de los cultivos nacionales. En cada una de estas secciones, se incluyeron trabajos sobre etiología, ecología, epidemiología, control biológico, orgánico, químico, cultural, biotecnología, entre otros (Cuadro 3).

En el interés de la SVF de profundizar en la formación de las nuevas generaciones de fitopatólogos, en los Congresos se estableció un concurso con incentivos económicos, de Trabajos Especiales de Pregrado, Maestría, y de Tesis de Doctorado. Este premio se creó en 1995 y se denominó “Dr. Carlos Díaz Polanco” (SVF 1995), hasta la fecha con nueve ediciones y 43 estudiantes participantes (Cuadro 3). Así mismo, se realizaron concursos “Al Mejor Afiche” publicado y la “Estampa Fitopatológica”.

Además de estas reuniones bianuales, las cuales constituyen el eje central de la sociedad, la SVF contribuyó a perfeccionar el nivel profesional de sus miembros a través de la organización de conferencias, mesas redondas, cursos y talleres, realizados en la modalidad de eventos pre-congresos, durante los congresos o post-congreso, dirigidos a profesionales, técnicos y estudiantes sobre los diferentes aspectos fitopatológicos que afectan la productividad de los cultivos (SVF 1993, 2013). Importante resaltar el “Taller sobre la Docencia de la Fitopatología en Venezuela” realizado en 1993, en la sede de la UCLA, Barquisimeto, estado Lara, organizado por la SVF y cuyo objetivo fue evaluar comparativamente los contenidos programáticos y métodos de enseñanza de la Fitopatología a nivel Superior en Venezuela, con miras a obtener *pensa* de estudios homogéneos, en concordancia con la realidad agrícola nacional (SVF 1993).

Por su estrecha relación con otras organizaciones, la SVF ha motivado a sus miembros a su participación en otros eventos (seminarios, congresos) auspiciados por ellas (en algunos casos con el apoyo de la SVF), ya sean nacionales y/o internacionales, tales como, la Sociedad

Cuadro 3. Trabajos científicos presentados en los Seminarios y Congresos Venezolanos de Fitopatología (Período 1975-2015). Sociedad Venezolana de Fitopatología

Evento	Agente Etiológico					Total	Premio*
	Ho	Ba	Vi	Ne	OP		
IV Seminario Nacional de Fitopatología. 1975. Barquisimeto, Lara. Libro de Trabajos completos	16 conferencias sobre las enfermedades que afectan los cultivos: cítricos, mango, aguacate, ajonjolí, algodón, arroz, sisal, tomate, ajo, cebolla, cucurbitáceas, hortalizas, café, coco, palma, caña de azúcar, leguminosas y pimentón.						
V Seminario Nacional de Fitopatología. 1977. Acarigua – Araure, Portuguesa. Libro de Resúmenes	19	0	4	1	4	28	ND
VIII Seminario Nacional de Fitopatología. 1983. Trujillo, Trujillo. Libro de Resúmenes	44	9	15	6	0	74	ND
IX Seminario Nacional de Fitopatología. 1985. Maracay, Aragua. Memorias	69	5	19	8	0	101	ND
X Seminario Nacional de Fitopatología. 1987. Maracay, Aragua. Rev. Fitopatología Venezolana 1(1):22-49	79	15	28	6	3	132	ND
XI Seminario Nacional de Fitopatología. 1989. Trujillo, Trujillo. Rev. Fitopatología Venezolana 2(2):29-65	78	20	23	7	4	132	ND
XII Congreso Venezolano de Fitopatología. 1991. Maturín, Monagas. Rev. Fitopatología Venezolana 4(2):44-68	64	18	13	10	13	118	ND
XIII Congreso Venezolano de Fitopatología. 1993. San Cristóbal, Táchira. Rev. Fitopatologia Venezolana 6(2):42-68	67	24	15	17	6	129	ND
XIV Congreso Venezolano de Fitopatología. 1995. Mérida, Mérida. Rev. Forestal Venezolana 1(1):1-154	183	21	34	20	17	275	ND
XV Congreso Venezolano de Fitopatología. 1997. Maracaibo, Zulia. Rev. Fitopatología Venezolana 10(2):24-54	75	16	19	12	0	122	6
XVI Congreso Venezolano de Fitopatología. 1999. Barquisimeto, Lara. Rev. Fitopatología Venezolana 12(2):33-75	90	31	13	18	19	171	4
XVII Congreso Venezolano de Fitopatología. 2001. Maracay, Aragua. Rev. Fitopatología Venezolana 14(2):44-82	78	27	16	16	25	159	0
VIII Congreso Venezolano de Fitopatología. 2003. Maracay, Aragua. Rev. Fitopatología Venezolana 16(2):42-79	86	25	27	11	4	153	8

Cuadro 3. (cont...) Trabajos científicos presentados en los Seminarios y Congresos Venezolanos de Fitopatología (Período 1975-2015). Sociedad Venezolana de Fitopatología

Evento	Agente Etiológico					Total	Premio*
	Ho	Ba	Vi	Ne	OP		
XIX Congreso Venezolano de Fitopatología. 2005. Barquisimeto, Lara. Rev. Fitopatología Venezolana 18(2):40-75	87	13	14	15	13	142	7
XX Congreso Venezolano de Fitopatología. 2007. San Felipe, Yaracuy. Rev. Fitopatología Venezolana 20(2):47-93	96	37	20	23	16	192	5
XXI Congreso Venezolano de Fitopatología. 2009. Margarita, Nueva Esparta. Memorias	127	27	13	11	17	195	5
XXII Congreso Venezolano de Fitopatología. 2011. Trujillo, Trujillo. CD Memorias	104	24	15	12	8	163	5
XXIII Congreso Venezolano de Fitopatología. 2013. Caracas, Distrito Capital. Disponible en https://bit.ly/3o9QBVN	81	34	12	8	16	151	3
XXIV Congreso Venezolano de Fitopatología. 2015. San Cristóbal, Táchira. Memorias ISBN: 978-980-6300-93-4	66	9	6	10	14	105	7

Ho: Hongos; Ba: Bacterias; Vi: Virus; Ne: Nematodos; Op: Otros patógenos se incluye: protozoarios, etiología desconocida y misceláneos, trabajos informativos. ND: No disponible. *Trabajos postulados al Premio Dr. Carlos Díaz Polanco.

Botánica de Venezuela (SBV), Sociedad Venezolana de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola (SOVEMEB), Sociedad Venezolana de Entomología (SVE), Sociedad Venezolana de Microbiología (SVM), Asociación Latino Americana de Fitopatología (ALAF), Sociedad Americana de Fitopatología (APS), Sociedad Brasilera de Fitopatología (SBF), Organización de Nematología de los Trópicos Americanos (ONTA) y Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical (ISTH), entre otras. Es destacable, la reunión de la APS-División del Caribe, con el auspicio de la SVF, realizada en el año 1995 en Mérida, estado Mérida.

Publicaciones de la SVF

La SVF logró mantener desde sus inicios hasta el 2015, el boletín informativo semestral de la SVF, y desde 1988 participó activamente en la comunidad científica internacional con la creación de la revista Fitopatología Venezolana, la cual se encuentra indizada por BIOSIS (Abstracts of Mycology), CAB-INTERNATIONAL (Nematological Abstracts, Review of Plant Pathology y Seed Pathology and Microbiology) y Abstracts on Tropical Agriculture (Acevedo 2015). En la revista se publican todos los resúmenes presentados en cada Congreso Venezolano de Fitopatología.

Además de las publicaciones ya señaladas, la SVF auspició una serie de boletines especiales y libros sobre temas fitopatológicos de gran importancia tales como: Las enfermedades de la yuca (González 1973), Lista de patógenos (Díaz y Salas de Díaz 1973), Temas de Virología (Díaz *et al*. 1979), Clave preliminar para géneros de Ascomicetos asociados con plantas cultivadas en Venezuela (Hanlin y Tortolero 1985) e Insectos vectores de enfermedades de plantas (Trujillo *et al*. 1985).

Papel de la Sociedad Venezolana de Fitopatología ante los retos de la sanidad vegetal en el país y el mundo

Los Seminarios de Fitopatología y, posteriormente, los Congresos Venezolanos de Fitopatología, han sido los escenarios, no solo para presentar los

avances de investigación científica y tecnológica, transferencia de conocimientos y formación técnica, sino también, para la discusión de los principales problemas fitosanitarios que aquejan la agricultura del país y el mundo, así como, la legislación vigente, convocando a los principales actores del acontecer fitosanitario a foros, charlas y reuniones con autoridades ministeriales.

En ese andar de la SVF, algunas áreas han marcado particularmente el interés y el esfuerzo de sus miembros a nivel nacional. El primero de ellos es la Patología de Semillas. En este aspecto, Venezuela ha tenido excelentes programas de mejoramiento genético en los cultivos de maíz, sorgo, caraota, frijol, arroz y caña de azúcar (Laurentin 2020), que han dado origen a variedades altamente rendidoras, adaptadas a las condiciones del país; sin embargo, lograr que esos materiales muestren su potencial en el campo pasa por garantizar que se mantenga la calidad fitosanitaria de su semilla, ya que son varios los riesgos que se presentan durante su almacenamiento, procesamiento y siembra que pueden conducir a su ataque por patógenos como *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium*, entre otros. Son numerosos los trabajos que en esta área se han desarrollado en el país, en los cuales Luis Subero y sus estudiantes dieron un gran impulso a la misma; la SVF ha propiciado los escenarios para el intercambio de ideas, formación de grupos de trabajo, evaluación de tecnologías, entre otras.

Si se incluye en este renglón a los viveros de frutales, aún no existen suficientes fuentes de material de propagación confiables que garanticen el estado fitosanitario de las plántulas. Aunque se conoce la metodología para la obtención de plantines libres de enfermedades, la falta de incentivo, de infraestructura y de rigurosidad legal para lograr ese objetivo siguen siendo deficientes, por lo que continúan diseminándose los patógenos que causan enfermedades fungosas, bacterianas, virales y los nematodos en cultivos tan importantes como los cítricos, el mango y el aguacate; estos últimos sujetos del mercado de exportación.

Otra de las áreas, en la cual la investigación, la docencia y la transferencia de tecnología funcionaron y lograron gran parte de sus objetivos fue la producción de plantas sanas a través del cultivo *in vitro*. Las universidades y los institutos de investigación agrícola establecieron sus infraestructuras de investigación y transferencia; así mismo, algunas iniciativas privadas y organizaciones de productores invirtieron y aun funcionan produciendo sus propios materiales de siembra. Ejemplo de ellos son la empresa de producción de plántulas de frutales Martínez Guarda en el estado Aragua, y la Asociación de Productores Integrales del páramo (Proinpa), en Mucuchíes, estado Mérida, quienes continúan produciendo su semilla de papa y ajo. Recientemente, la finca Punta Larga del estado Aragua, ha iniciado la producción de su propio material de siembra de bananos. Todas estas iniciativas han utilizado el talento humano venezolano y el conocimiento generado en las distintas universidades e institutos; con lo que se demuestra la capacidad que existe en el país; sin embargo, igual a lo señalado anteriormente, falta la política que incentive y promueva el desarrollo de esta área de la producción, toda vez que para algunos cultivos ésta es la única vía de obtener semillas libres de enfermedades.

Otra de las áreas de significativo aporte y avance en el país ha sido la del Control Biológico de Enfermedades e Insectos Plagas. La SVF ha jugado un papel importante en la promoción y uso de esta tecnología, a través de los trabajos pioneros de socios como Carlos Díaz Polanco, Carlos Zambrano, Miguel Asdrúbal Arcia, Rodolfo Acevedo y Juan Pineda. Se marcó el inicio de la investigación y uso de esta tecnología en el país, así como la formación de generaciones de fitopatólogos en la disciplina (Díaz-Polanco y Castro 1977, Pineda y Gonnela 1988, Rosales *et al.* 2008, Arcia y Bautista 2009, Guédez *et al*. 2012, Salazar *et al*. 2012, Zambrano *et al*. 2014).

Con el interés de contribuir al logro de una agricultura sana, hace unos 20 años se dio inicio en el país a la investigación y transferencia en el control orgánico de enfermedades e insectos plagas, tanto directa, como indirectamente, a través del uso de extractos vegetales, enmiendas orgánicas como los biofertilizantes y el humus de lombriz, entre otros. Esto, conjuntamente con el control biológico y el mejoramiento genético, han marcado el inicio de la concientización de los productores y consumidores sobre uso racional del control químico y alternado con los métodos naturales, mediante la aplicación de un Manejo Integrado del Cultivo. Los congresos

de la SVF muestran cómo se incrementaron las actividades en estas áreas. Además, en el mercado nacional se observa aumento de empresas privadas dedicadas a la producción y comercialización de estos insumos.

Aunque se han dado los primeros pasos en adaptar la legislación venezolana (Zambrano *et al*. 2014), todavía existe una deuda pendiente sobre ésta que regule la producción y calidad de los agentes biológicos y orgánicos. Recientemente, se han realizado estudios que proponen un modelo de gestión sostenible, considerando la normativa internacional sobre la infraestructura requerida, los elementos del control de calidad y reglamentación (Colmenares y Arcia 2019); para seguir avanzando hacia un desarrollo sostenible (o sustentable), definido éste como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones (Universidad Autónoma Chapingo *et al*. 2019).

La situación del país requiere una participación más activa en la exportación de productos agrícolas, lo que implica la discusión del sistema regulatorio legal, así como, el desarrollo de laboratorios especializados en el diagnóstico de plagas y enfermedades, y laboratorios de referencia para definir la calidad, tanto de los insumos biológicos, como de los productos a exportar.

Varios son los insectos plagas y enfermedades que existen en el mundo que constituyen una amenaza ante la posible entrada al país. Se han listado unas 1.072 especies cuarentenarias, de las cuales: 88 son hongos, siendo dos de las más importantes *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (*FOC* R4T) y *Cercospora kikuchii* (Tak. Matsumoto & Tomoy.) M.W. Gardner; 117 son bacterias, entre las que se incluye a *Xylella fastidiosa* Wells *et al.* 1987; 84 son nematodos, siendo unos de los más relevantes *Longidorus* spp. y *Tylenchus* spp; 127 grupos de virus, siendo Banana bunchy top virus (BBTV) y Citrus leprosis virus (CiLV) dos de las especies de alto riesgo; el resto son malezas, gastrópodos y artrópodos (Rodríguez *et al*. 2020). Esto demuestra los retos que enfrenta la fitopatología de los próximos años, para lo cual debe prepararse desde ya, en la docencia, investigación y las medidas de prevención y contención, ante la inminencia de la llegada al país. Un caso de alerta máxima actual es el de *FOC* R4T, que llegó a Colombia en 2019 y amenaza con su entrada a Venezuela, con lo cual se corre el riesgo de pérdidas incalculables en todos los cultivares de musáceas del país (Martínez *et al*. 2020).

Aunque la situación política, económica y social ocasionó la suspensión indefinida de los Congresos Venezolanos de Fitopatología, los miembros de la SVF continúan realizando sus labores en cada región del país y es cuestión de tiempo para que se retomen las reuniones y luchar en conjunto por la solución de los problemas fitopatológicos de la nación.

CONCLUSIONES

Dentro de este 2020, señalado por la FAO como el Año de la Sanidad Vegetal, fue importante revisar el papel que ha cumplido la Sociedad Venezolana de Fitopatología en la agricultura del país. Como ente aglutinante de las personas interesadas en el estado fitosanitario de los cultivos, ha servido de escenario para el planteamiento de problemas, discusión y difusión de ideas y soluciones, así como, para la formación de nuevas generaciones.

La Fitopatología en Venezuela y la SVF, en particular, evolucionaron con la tecnología, desde el diagnóstico de los fitopatógenos hasta el manejo de los problemas, mediante tecnologías alternativas, con el propósito de contribuir con el logro de un mundo verde, un ambiente sano, libre de contaminaciones, sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Las continuas amenazas de introducción de nuevas enfermedades y plagas determinan la necesidad de mantener activas las funciones de la sociedad.

LITERATURA CITADA

Acevedo, R. 2015. Cuarenta y nueve (49) años de investigación fitopatológica en Venezuela, y una semblanza del fitopatólogo venezolano. Memorias 24 Congreso Venezolano de Fitopatología. Editorial UNET, San Cristóbal, Venezuela. p. 39-42. ISBN 978-980-6300-93-4.

Arcia, MA; Bautista, L. 2009. Control Biológico en cultivos con hongos antagonistas y entomopatógenos. Caracas, Venezuela. Ediciones Citeci. 61 p. ISBN 978-980-7081-04-7.

Arnao, E; González, A; Jayaro, Y; Graterol, E; Borges, O. 2008. Evaluación de la resistencia a *Pyricularia grisea* en algunas variedades de arroz en Venezuela. Fitopatología Venezolana 21(1):9-14.

Barranco, E; Bustamante, P; Mayorga-Reyes, L; González, R; Martínez, P; Azaola, A. 2009. β-n-acetylglucosaminidase production by *Lecanicillium* (*Verticillium*) *lecanii* atcc 26854 by solid-state fermentation utilizing shrimp shell (en línea). Interciencia 34(5):356-360. Consultado 22 de oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3o1X9Wl

Bittara, F; Rodríguez, DE; Sanabria, M; Monroy, J; Rodríguez, J. 2009. Evaluación de fungicidas y productos vegetales en el combate de la sarna polvorienta de la papa (en línea). Interciencia 34(4):265-269. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/35RlPuv

Bittara, F; Rodríguez, D; Hernández, A; Sanabria, M; Méndez, N. 2013. Caracterización molecular y fitoquímica de ocho genotipos de papa (*Solanum tuberorum* L.) y su relación con la infección por *Spongospora subterranea* (Wallr) Lagerh (en línea). Bioagro 25(1):11-22. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3qFfRoz

Bracho, M; Riera, R; Zambrano, C; García, R. 2001. Experiencia en el uso masivo de *Trichoderma harzianum* para el control de *Erwinia carotovora* en plátano en el Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. Fitopatología Venezolana 14(2):44.

Castellano, GR; Rumbos, R; Moya, A; Gómez, C. 2005. Control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif. y Par.) del cacao con la aplicación de prácticas culturales en la zona Sur del Lago de Maracaibo. Fitopatología Venezolana 18(2):48.

Cedeño, LMR; Nieves, MBM; Palacios P, EL. 1990. *Erwinia carotovora* sbsp. *atroseptica* causante de la pudrición blanda del plátano 'Hartón' (*Musa* AAB) en Venezuela. Fitopatología Venezolana 3:6-9.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México). 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo (en línea). Programa de maíz del CIMMYT. 4 ed. México, Distrito Federal, México, CIMMYT. 123 p. Consultado 22 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3sM0wnX

Colmenares, G; Arcia, MA. 2019. Gestión sostenible para la producción de biofungicidas y fortalecimiento del sector de bioinsumos agrícolas venezolano (en línea). Consultado 22 oct. 2020. Disponible en https://doi.org/fn7k

Díaz, C; Salas de Díaz, G. 1973. Lista de patógenos de plantas cultivadas. Sociedad Venezolana de Fitopatología. Maracay. Boletín Especial N° 2. 47 p.

Díaz, C; Pineda, J; Díaz de Salas, G; Rodríguez, H. 1979. Temas de Virología. Sociedad Venezolana de Fitopatología. Maracay. Boletín Especial N° 3. 51 p.

Díaz Polanco, C; Castro, JL. 1977. Estudios sobre el control biológico de *Sclerotium rolfsii*. Agronomía Tropical 27(5):539-547.

Evans, HC; Stalpers, JA; Samson, RA; Benny, GL. 1978. On the taxonomy of *Monilia roreri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America (en línea). Canadian Journal of Botany 56:2528-2532. Consultado 14 oct. 2020. Disponible en https://doi.org/fbqtc8

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2009. Venezuela. Notas de Análisis Sectorial: Agricultura y Desarrollo Rural (en línea). Consultado 24 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3h0giGk

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2019. La FAO presenta 2020 como Año Internacional de la Sanidad Vegetal (en línea). Consultado 22 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nBbSrU

Fernández, S; Cordero, J. 2007. Biología de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) en condiciones de laboratorio (en línea). Bioagro 19(1):35-40. Consultado 17 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/35TZmge

García, P; Cabrera, S; Sánchez, J; Pérez, A. 2008. Evaluación de un biofungicida para el control de la mancha bandeada del maíz causada por *Rhizoctonia solani* Kühn en siembras comerciales en Portuguesa. Agronomía Tropical 58(4):383-390.

García, R; García, A; Delgado, L. 1999. Distribución, incidencia y variabilidad de *Ralstonia solanacearum*, agente causal de la marchitez bacteriana de la papa en el estado Mérida (en línea). Bioagro 11(1):12-23. Consultado 17 oct. 2020. Disponible enhttps://bit.ly/2Non91H

García, R; Riera, R; Zambrano, C; Maggiorani, A; Garcia, A. 2005. Uso del antagonista *Trichoderma harzianum* para controlar tres enfermedades fungosas del suelo. INIA Divulga 4:8-14.

Geraud, F; Ramirez, I; Cermeli, M. 2019. *Diaphorina citri–Candidatus* Liberibacter asiaticus en cítricos. Enfoque y reflexiones sobre el caso de «Huanglongbing» en Venezuela (en línea). Papel de trabajo actualizado 03/09/2019. Consultado 15 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pPlG1a

González, JA. 1973. Las enfermedades de la yuca. Sociedad Venezolana de Fitopatología. Maracay. Boletín Especial N° 4. 38 p.

González, A; Guzmán G; Hernández, A; Arnao, E; Pineda, J. 2014. Diversidad de linajes y virulencia de una población venezolana de *Pyricularia oryzae*, causante de la Piricularia en arroz (en línea). Bioagro 26(1):29-37. Consultado 14 oct. 2020.Disponible en https://bit.ly/2XSxF3b

Goyo, Y. 2005. Evaluación de *Bacillus thuringiensis* para el Control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y su Relación con la Incidencia de *Fusarium moniliforme* en Maíz (*Zea mays* L.). Tesis MSc. Barquisimeto, Venezuela, Universidad Experimental Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). 105 p.

Guedez, C; Cañizales, L; Castillo, C; Olivar, R. 2012. Evaluación *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate (en línea). Revista Sociedad Venezolana Microbiología 32(1):44-49. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/2Ma2q0A

Hanlin, R; Tortolero, O. 1985. Clave preliminar para géneros de Ascomicetos asociados con plantas cultivadas en Venezuela. Sociedad Venezolana de Fitopatología. Maracay. Boletín Especial N° 5. 28 p.

IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Venezuela). 2019. Venezuela Logros Significativos (en línea). Informe 2019. Consultado 02 nov. 2020. Disponible en https://bit.ly/3mvXoZ7

Knorr, LC; Malaguti, G; Serpa, D. 1960. Descubrimiento de la tristeza de los cítricos en Venezuela. Agronomía Tropical 10:3-12.

Laurentín, H. (ed.). 2020. Producción de Semillas en Venezuela (en línea) Ediciones Astro Data, Maracaibo, Venezuela. 442 p. Consultado 24 de oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3otzdw2

Luzón, O; Martínez, A; Mazzani, C; Figueroa, R; Barrientos, V. 2003. Comportamiento de genotipos de maíz de grano amarillo ante *Fusarium moniliforme* y fumonisinas en dos localidades de Venezuela. Fitopatología Venezolana 16(1):17.

Malaguti, G; Fernández, BA; Nass, H. 1977. Mildiu lanoso o punta loca del maíz en Venezuela. Agronomía Tropical 27(1):103-129.

Marys, E; Rodríguez-Román, E; Mejías, R; Mejías, A; Mago, M; Hernández, Y. 2020. First report on molecular evidence of *Candidatus* Liberibacter asiaticus associated with citrus Huanglongbing in Venezuela (en línea). Journal of Plant Pathology 102:1333. Consultado 20 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/38Po837

Martínez, G; Hernandez, J; Aponte, A. 2000. Distribución y epidemiología de la sigatoka negra en Venezuela. Fonaiap. Serie C, N° 48. 50 p

Martínez, G; Rey, J; Pargas, R; Manzanilla, E. 2020. Marchitez por *Fusarium* raza tropical 4: Estado actual y presencia en el continente americano (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 31(1):259-276. Consultado 22 de oct. 2020. Disponible en https://doi.org/fnpk

Medina, D; Pérez, M; Vera, R. 2013. Evaluación *in vitro* de la capacidad antagónica de cepas de *Trichoderma* spp. para el biocontrol de *Moniliophthora roreri* (en línea). Resumen. 23 Congreso Venezolano de Fitopatología, 2013, Caracas, Venezuela. Consultado 20 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3p781TD

Montilla, R; Camacho, B; Quintero, A; Cardoso, G. 2006. Parasitismo por *Beauveria bassiana* sobre la broca del café en el estado Trujillo, Venezuela

(en línea). Agronomía Tropical 56(2):183-198. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3o48cOB

Ochoa, F; Rocha, M; Lee, R. 1994. Impacto del virus de la tristeza en citricultura venezolana: cronología de eventos (en línea). Revista Mexicana de Fitopatología 12(1):97-105. Consultado 20 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3qEg2jE

Ordosgoitti, F; Santos, PR; Haddad, GO. 1970. La pudrición acuosa del pseudotallo del plátano y su presencia en las regiones plataneras de Venezuela. Agronomía Tropical 24:247-258.

Parra, D; Pérez, S; Sosa, DE; Rumbos, R; Gutiérrez, B; Moya, A. 2009. Avances en las investigaciones venezolanas sobre las enfermedades del cacao (en línea). Revista de Estudios Transdisciplinarios 1(2):55-74. Consultado 17 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3o0vRjc

Parra, D; González, M; Rumbos, R; Pineda, J. 2005. Pudrición en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.) causada por *Fusarium chlamydosporium*. Fitopatología Venezolana 18(2):47.

Pineda, J; Gonnela, E. 1988. Evaluación del control biológico de *Macrophomina phaseolina* en ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Agronomía Tropical 38(4-6):43-48. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3p058Vl

Rodríguez, D. 2001. Compatibilidad sexual, reacción a metalaxyl y agresividad de aislamientos venezolanos de *Phytophthora infestans*. Fitopatología Venezolana 14(1):13-18.

Rodríguez, D; Alcalá de Marcano, D; Escalona, F. 2008. Selección inicial de clones de papa por resistencia a la candelilla tardía y rendimiento (en línea). Bioagro 20(1):29-35. Consultado 20 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/38ZwHs1

Rodríguez, D; Ojeda, M; Pérez de Camacaro, M; Gallardo, M; Valera, R; Bittara, F. 2009. Producción, incidencia de la sarna polvorienta y calidad de clones avanzados de papa (en línea). Revista Facultad de Agronomía (LUZ) 26:508-531. Consultado 15 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/38ZqZ9L

Rodríguez, J. 2008. Metabolitos secundarios inducidos en maíz por efecto combinado de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus thurigiensis* para el combate integrado de *Fusarium moniliforme* y *Spodoptera frugiperda*. Tesis Ing. Barquisimeto, Venezuela, Universidad Experimental Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). 79 p.

Rodríguez, Y; Soto, M; Marín, L. 2020. Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI): su rol en aspectos fitosanitarios en Venezuela (en línea). Agronomía Tropical 70:e4323241. Consultado 29 nov. 2020. Disponible en https://doi.105281/Zenodo.4323241

Rosales, LC; Rodríguez, MG; Salazar, E; Bautista, L; Peteira, B; Suárez H, Z; Enrique, R; Puente, L; Centeno, F. 2008. Investigación en nematodos entomopatógenos desarrolladas en el INIA, Venezuela (en línea). INIA Hoy 3:1-4. Consultado 17 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3sQ4wUy

Salazar, JA. 1988. Programa nacional de manejo integrado de insectos plaga de la caña de azúcar. Revista Venezuela Azucarera 8(25):34-37.

Salazar, L; Aponte, G; Alcano, M; Sanabria, N; Guzmán, J. 2012. Importancia de las especies de *Trichoderma* para el control de *Macrophomina phaseolina* en las áreas agrícolas del estado Aragua. Agronomía Tropical 62(1-4):7-16. Consultado 17 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3p058Vl

Sánchez-Cuevas, C; Marín, A. 2005. Despistaje de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el estado Monagas, durante el período febrero 2004-marzo 2005. Fitopatología Venezolana 18(2):63.

Silva-Acuña, R; Zambolim, L; Pérez-Nieto, E. 1997 Identificación de razas fisiológicas de la roya del cafeto en el estado Táchira, Venezuela (en línea). Bioagro 9(3):95-98. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/38WriSH

SVF (Sociedad Venezolana de Fitopatología). 1971. Acta Constitutiva de la SVF año 1971. Secretaria Ejecutiva de la SVF, Maracay, Venezuela. 5 p.

SVF (Sociedad Venezolana de Fitopatología). 1985. Modificación del Acta Constitutiva. Secretaria Ejecutiva de la SVF, UCV, Maracay, Venezuela. 8 p.

SVF (Sociedad Venezolana de Fitopatología). 1993. Libro de Actas de las Asambleas de Socios SVF, Tomo I. Período 1979 - 1993, Secretaría Ejecutiva de la SVF, UCV, Maracay, Venezuela. 155 p.

SVF (Sociedad Venezolana de Fitopatología). 1995. Normas del Premio Carlos Díaz Polanco (en línea). 6 p. Consultado 24 nov. 2020. Disponible en https://bit.ly/3q0ILiH

SVF (Sociedad Venezolana de Fitopatología). 2013. Libro de Actas de las Asambleas de Socios SVF, Tomo II. Período 1995 - 2013. Secretaría Ejecutiva de la SVF, UCV, Maracay, Venezuela. 67 p.

Trujillo, G; Cermeli, M; Arnal, E. 1985. Insectos vectores de enfermedades. Boletín especial N°6. Sociedad Venezolana de Fitopatología, Maracay. Venezuela. 70 p.

Trujillo, G; Hernández, Y; Trujillo, V; Izquierdo, A; Surga, J. 2003. *Ralstonia solanacearum* afectando musáceas en el municipio Andrés Bello del estado Miranda. Fitopatología Venezolana 16(2):42.

Vivas, Y; Urdaneta, I; Rangel, S; Hernández, J. 2009. Caracterización e incidencia de *Ralstonia solanacearum* Smith en plantas de *Musa* AAB en el sector "El Roble", Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela (en línea). Revista Científica UDO Agrícola 9:383-392. Consultado 17 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3o21U29

Universidad Autónoma Chapingo; SOMAS AC (Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C.); COLPOS (Colegio de Postgraduados). 2019. Agricultura Sostenible, por la tierra, por la vida (en línea). Huerta de la Peña, A; García-González, F; Villarreal-Manzo, L; Salazar-Magallón, J (coords). 890 p. Consultado 15 nov. 2020. Disponible en https://bit.ly/2WymVpX ISBN: 978-607-715-390-0.

Urdaneta, J; Borges, JA. 2008. Comportamiento de cinco patologías fúngicas en 14 cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) con fines forrajeros en Yaracuy, Venezuela (en línea). Revista Facultad Agronomía 25(3). Consultado 21 nov. 2020. Disponible en https://bit.ly/2LS4Y3A

Zambrano, AY; Vegas, A; Cardona, R; Gutiérrez, Z; Demey, J. 2006. Estructura genética y diversidad de linajes de *Pyricularia grisea* en la zona arrocera venezolana (en línea). Interciencia 31(1):62-66. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/35ZgtgS

Zambrano, C; Goyo, Y; Jiménez, M; Zambrano, K. 2014. Control biológico de enfermedades en Venezuela (en línea). In Bettiol, W; Rivera, M; Mondino, P; Montealegre, J; Colmenares, Y. (eds). Control Biológico de Enfermedades de Plantas en Latino América y el Caribe. p. 369-402. Consultado 21 nov. 2020. Disponible en https://bit.ly/2KE9n9B

Zapata, R; Sanabria, ME; Rodríguez, D. 2003. Reducción del desarrollo de hongos fitopatógenos con extracto de cardón lefaria (*Cereus deficiens* Otto & Diert) (en línea). Interciencia 28(5):302-307. Consultado 17 oct. 2020. Disponible en https://bit.ly/3bRkA2h

La citricultura venezolana en tiempos del Huanglongbing. Visión actual y retos futuros

Pedro Morales Valles[1*], Mario Cermeli[1], Edmundo Monteverde[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Maracay, Aragua, Venezuela. Correo electrónico: elcompsus@gmail.com

RESUMEN

En Venezuela, los cítricos constituyeron un rubro importante de la actividad frutícola nacional, siendo las naranjas, mandarinas, limas y grapefruits, los de mayor importancia por la superficie sembrada y volumen de producción. Se presenta un análisis sobre los aspectos relacionados a la producción de cítricos y los drásticos cambios surgidos a raíz de la epifitia ocasionada por el Huanglongbing (HLB). Esta enfermedad causada por la bacteria *Candidatus* Liberibacter asiaticus, y transmitida por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama, Hemiptera: Psyllidae), en conjunto con algunos factores, contribuyeron a la caída de este sector productivo. Se realizó una revisión sobre los aspectos generales de la citricultura en el país, los cultivares introducidos, el Programa de Certificación de plantas de cítricos que se llevó en el país, manejo agronómico, principales plagas y enfermedades y el comportamiento de la producción citrícola hasta la llegada del HLB. Igualmente información acerca de esta enfermedad y del vector el psílido asiático, para Venezuela. Adicionalmente se presentan, las prácticas utilizadas en otros países para el enfrentar el HLB, tales como manejo de altas densidades, genética y resistencia a la enfermedad, nuevos portainjertos y el uso de antibióticos e inductores de resistencia. Para finalizar se presenta una visión sobre el negocio citrícola y los retos que deberá enfrentar el sector en sus diferentes áreas y componentes para reiniciar sus actividades en el país. La coyuntura que ha afectado al área citrícola del país, deberá ser vista como la gran oportunidad para el resurgimiento del sector.

Palabras clave: árboles frutales, *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Diaphorina citri*, HLB, psílido asiático, plantas sanas, epifitia.

The Venezuelan citrus industry in Huanglongbing times. View and future challenges

ABSTRACT

In Venezuela, citrus fruits constituted an important item of the national fruit activity. Oranges, mandarins, limes, and grapefruits are the most important by the area planted and production. An analysis is presented on the aspects related to citrus production and the drastic changes arising from the epidemic caused by Huanglongbing (HLB). This disease caused by the bacterium *Candidatus* Liberibacter asiaticus, and transmitted by the Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama, Hemiptera: Psyllidae), together with some factors, contributed to the decline of this productive sector. A review was carried out on the general aspects of citrus farming in the country, the introduced cultivars, the Citrus Plant Certification Program carried out in the country, agronomic management, main pests and diseases, and the behavior of citrus production until the arrival of the HLB. Also information about this disease and the Asian psyllid vector, for Venezuela. Additionally, the practices used in other countries to face HLB are presented, such as management of high densities, genetics, and resistance to the disease, new rootstocks, and the use of antibiotics and resistance inducers. Finally, a vision is presented about the citrus business and the challenges that the sector will have to face in its different areas and components to restart its activities in the country. The situation that has affected the citrus growing area of the country should be seen as a great opportunity for the resurgence of the sector.

Key words: asian psyllid, *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Diaphorina citri*, epiphytia, fruit trees, healthy plants, HLB

Recibido: 04/10/2020 - Aprobado: 10/12/2020

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, los cítricos constituyen un rubro importante de la actividad frutícola nacional, siendo las naranjas, mandarinas, limas y grapefruits, en este orden, los de mayor importancia por la superficie sembrada y volumen de producción. Además, la naranja es la principal fruta procesada en Venezuela, ya que más del 35 % de su producción se industrializa. Las principales industrias procesadoras se hallan próximas a las zonas de producción, en el centro y occidente del país. Se producen concentrados con 65 °Bx, en barriles de 200 kg aproximados, que son trasladados hacia las fábricas de bebidas, las cuales tienen excelente aceptación en el mercado nacional. La producción de cítricos en Venezuela está destinada fundamentalmente al mercado nacional (Aular y Casares 2011).

A raíz de la problemática ocasionada por la enfermedad bacteriana asociada al Huanglongbing (HLB), la más importante de los cítricos en el mundo, las pérdidas económicas han sido muy grandes. Según estimaciones de la FAO (FAO 2020) la producción de naranjas pasó de 475.236 t en 2011 a 295.389 t en 2017. Guerrero (2018) señala que Multi-Fruit C.A., una de las siete empresas que procesa naranjas en Venezuela, pasó de recibir 50 millones de kg en 2016 a 20 millones de kg en 2018. Para el 2020, se esperaba que solo el 10 % de los cultivos de cítricos que se venían sembrando en el país dieran cosecha (Rodríguez 2020).

La presencia del HLB en Venezuela ha incidido en la disminución en más de 50 % de la superficie sembrada de cítricos. Entre las razones que contribuyeron a la caída en la producción destacan: 1) la escasez de insumos y fertilizantes, aunado al elevado precio de los pocos que se pueden conseguir; 2) los bajos precios que la industria paga al productor (El Nacional 2018); 3) los dos primeros factores originan la pérdida de rentabilidad del cultivo y como consecuencia, la migración de los productores a otros cultivos como plátanos, frijoles y cacao. Esto para no perder las tierras y aprovechar las infraestructuras (De Freitas 2020); 4) la prohibición de venta de plantas de cítricos en los viveros, a raíz de la publicación de la Providencia Administrativa del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI) Nº 46 de fecha 13/09/2017 (INSAI 2017); 4) desaparición de la producción de plantas certificadas o libres de la enfermedad para sustituir las plantas enfermas en campo y 5) la dificultad para establecer las estructuras de costos entre la agroindustria y los productores.

Desde la promulgación de la Providencia Administrativa del INSAI en 2017 hasta 2018, se realizaron una treintena de reuniones sobre HLB (Guerrero 2018) dirigidas a solventar la crisis ocasionada en el sector citrícola por esta enfermedad. Sin embargo, los intentos por iniciar un programa o plan nacional en el sector han sido infructuosos. Esta situación ha alterado totalmente el negocio citrícola, debido a que no existen portainjertos ni variedades tolerantes o resistentes a la enfermedad y a la dificultad de inversión en el sector en función de los costos de producción y de venta de frutas. Numerosos autores (Dibbern 2010a, Mora-Aguilera *et al*. 2014, NAPPO 2015, Shih-Bon y Shiarn 2015) plantean que la medida principal para la preservación de los campos de cítricos es el uso de plantas certificadas o libres de la enfermedad para la sustitución de plantas o siembra de nuevas áreas.

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión extensiva de fuentes bibliográficas, prensa e informes institucionales relacionados a los cítricos a nivel nacional e internacional, con énfasis en la problemática relacionada al HLB y su manejo. Se analizó la situación del cultivo en el país y los retos que debe planear el sector citrícola en función de nuestras condiciones actuales y de las perspectivas a futuro.

DESARROLLO

I. Aspectos de la citricultura en Venezuela

Generalidades

En Venezuela existen 25 géneros nativos de Rutaceae más el género exótico *Citrus*, con 84 especies nativas o naturalizadas, incluidas 16 que son endémicas. Entre los géneros endémicos se encuentran *Apocaulon*, *Galipea*, *Pilocarpus*, *Rutaneblina* y *Zanthoxylum*. Las primeras referencias históricas de especies de frutos cítricos adoptados temprano en Venezuela incluyen *Citrus aurantifolia* (1573), *C. decumana* (1578), *C. aurantium* (1578) y *C. medica* (1579). Otras plantas de cítricos, como *C. grandis* y *C. reticulata*, llegaron más tarde (siglo XIX), y fueron fácilmente aceptadas, especialmente desde que los primeros

cítricos adoptados crearon una cultura de consumo de frutas ácidas. Actualmente, las principales zonas productoras de cítricos comprenden los estados Carabobo, Yaracuy, Aragua y Miranda, en la región central del país, los estados Monagas y Sucre en el oriente, y Táchira y Zulia en el occidente (Fermín *et al*. 2009).

Portainjertos y copas

La propagación de los cultivares o variedades de cítricos en todos los países donde se introdujo el cultivo por primera vez, se hacía por semillas. Este método tenía la ventaja del fácil transporte y fue el más usado cuando los conquistadores hicieron sus introducciones en las Américas (Monteverde 2014). Cuando se comenzó a sembrar naranjos *Citrus sinensis* Osb., en los Valles Altos Carabobo-Yaracuy en sustitución de la caña de azúcar, las primeras siembras se hicieron con plantas de semillas, fue lo que se denominó naranjas 'Criolla'. Asimismo, hubo introducción de plantas de semillas en el valle de Caripe estado Monagas y se propagó una selección denominada 'Criolla de Caripe' (Salcedo *et al*. 2001).

En el año de 1934 se fundó el huerto de la Escuela Práctica de Agricultura La Providencia en Turmero, estado Aragua, con diferentes materiales introducidos del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA, por sus siglas en inglés) del estado de Florida y Puerto Rico, injertándolos sobre naranjo agrio o Cajera *Citrus aurantium* L. (Avilán *et al*. 1999). En 1949 se comenzó a sembrar naranjos injertados en el Valle de San Diego, estado Carabobo, injertándolos sobre naranjo agrio, extendiendo esta práctica a los Valles Altos de Carabobo-Yaracuy y posteriormente a los Valles Bajos de Yaracuy.

En 1960 el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) dicta la Resolución N° AG-379 mediante el cual se dicta la Prohibición de Importación de toda planta cítrica, sus frutos y yemas (MAC 1960) para evitar la introducción de enfermedades perjudiciales, con excepción de aquellas que el MAC autorice solo con fines de experimentación. En el Cuadro 1 se presenta la lista de cultivares introducidos al país desde 1957.

El Programa de Certificación de plantas de cítricos y el Virus de la tristeza de los cítricos (CTV)

Para prevenir los estragos que podría ocasionar a la citricultura nacional la entrada al país del áfido de la tristeza de los cítricos, *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Hemiptera: Aphididae), y otros patógenos presentes en el material de propagación, se inició en 1977 un programa de investigación en el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP, actual Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA). Se hizo la preselección y selección de árboles madres de cítricos por producción, calidad de fruta y fidelidad al tipo; la detección de virosis y similares en veintidós árboles madres seleccionados y la limpieza de patógenos a través de microinjertación de ápices caulinares *in vitro*. Esto permitió crear el Bloque de Fundación (BF) a partir del cual se tomaban las yemas para propagar los materiales que posteriormente producían las Plantas Certificadas libres del Virus de la Tristeza de los Cítricos (CTV), el complejo viral de la psorosis-|concavidad gomosa (CiPsV-CGV) y los viroides de la Exocortis (CEVd) y Caquexia (CCaVd)(Monteverde *et al*. 1977).

En 1978, el MAC crea la Comisión Nacional Fitosanitaria de las Cítricas (MAC 1978). En 1980 establece la prohibición de uso de la naranja agria o cajera (*C. aurantium*) como patrón en la propagación vegetativa de todas las especies de cítricos, a excepción de los limones verdadero (*C. limon*) (MAC 1980). En 1983 se establecieron los servicios de certificación de plantas cítricas y se crea el Servicio Nacional de Certificación de Plantas de Cítricos (SENACAC) (MAC 1983a) y se establecen las normas de funcionamiento de viveros (MAC 1983b).

Los objetivos eran suministrar a los citricultores que participaban en el programa, yemas de plantas de cítricos de conocida productividad, calidad de fruta y libres de los patógenos mencionados, así como asistir a los viveristas en el mejoramiento de las técnicas de manejo de los viveros. Algunos cultivares fueron entregados a los citricultores a través del SENACAC. Aunque el programa de certificación se suspendió en 1994 por contaminación del BF con razas severas del virus de la tristeza de los cítricos, en el país se distribuyeron materiales sanos y se enseñaron técnicas a los viveristas que contribuyeron a mejorar la citricultura. La supervisión de los viveros dentro del SENACAC, era una responsabilidad compartida entre el FONAIAP y el Servicio Autónomo de Sanidad Vegetal (SASA) del Ministerio de Agricultura (MAC). Además, con el Bloque Fundación (BF) del Programa de Certificación

Cuadro 1.- Cultivares de portainjertos comerciales y variedades de copas de cítricos (sin incluir variedades ornamentales) introducidos al país desde 1957.

Año	Nombre común	Parentales	P/C	Cultivar(es)	Procedencia	Referencia
1957	Mandarino	*C. reshni* Hort. Ex Tan.	P	Mandarina Cleopatra	s.i.	Serpa (1978), Monteverde (2014)
S.I.	Limón Cravo	*C. limonia* Osb.	P	Cravo	Escuela Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, Brasil.	Monteverde *et al*. (1977)
1968	Naranjo	*C. sinensis* Osb.	C	'Valencia', 'Pineapple', 'Washington Navel', 'Parson Brown', 'Hamlin'	USDA. Florida, EEUU.	Monteverde *et al.* (1977)
	Mandarino	*C. reticulata* Blanco.	C	'Dancy', 'Ponkan'		
	Grapefruit	*C. paradisi* Macf.	C	'Marsh Seedless', 'Burgundy', 'Red blush', 'Texas Red', 'Duncan'		
	Tangelo	*C. reticulata* x *C. paradisi*	C	'Orlando', 'Robinson' 'Osceola', 'Nova'		
	Tangor	*C. sinensis* x *C. reticulata*	C	'Temple', 'Murcott'		
	Limero	*C. latifolia* Tan.	C	'Tahiti', 'Persa', 'Bearss'		
	Limonero Volkameriano	*C. volkameriana* Pasq.	P	s.i.		
	Citrange	*C. sinensis* x *Poncirus trifoliata* Raf.	P	Troyer		
	Naranjo Taiwanica	*C. taiwanica* Tan. Shimn.	P	Taiwanica		
1973	Citrange Carrizo	*C. sinensis* x *P. trifoliata*	P	Carrizo	California, EEUU	Monteverde *et al*. (1977), Avilán *et al*. (1999)
	Alemow	*C. macrophylla* Wester.	P	-		
	Cidro	*C. medica* Engl.	C	'Ethrog'		
	Limonero Rugoso	*C. jambhiri* Lush.	P	Limón Rugoso		
1978 - 1979	Citrumelos	*C. paradisi* x *P. trifoliata*	P	'Yuma', 'Sacatón', 'Swingle'	Willits Newcomb Nursery. Alvin, California, EEUU	Monteverde (2014)
	Citranges	*C. sinensis* x *P. trifoliata*	P	Troyer, Carrizo, Uvalde		
	Citremon	*C. limon* (L.) x *P. trifoliata*	P	Citremon 1449		

Cuadro 1. (cont...)- Cultivares de portainjertos comerciales y variedades de copas de cítricos (sin incluir variedades ornamentales) introducidos al país desde 1957.

Año	Nombre común	Parentales	P/C	Cultivar(es)	Procedencia	Referencia
1979	Naranjos	*C. sinensis*	C	'Frost Valencia', 'Cutter Valencia', 'Campbell Valencia', 'Parent Navel', 'Frost Navel', 'Atwood Navel', 'Don Joao', 'Salustiana', 'Rotuma Island'	Programa de Certificación Lincove. California, EEUU.	Monteverde (1999), Avilán *et al.* (1999)
	Mandarino	*C. reticulata*	C	'Encore', 'Necked Nucelar', 'Cravo', 'Clementina', 'Kinnow', 'Kara', 'Parson Special'		
	Grapefruit	*C. paradisi*	C	'Frost', 'Reed'		
	Tangor	*C. sinensis* x *C. reticulata*	C	'Orthanique', 'Temple'		
	Limón	*C. latifolia*	C	'Persa', 'Tahiti', 'Bearss'		
	Pomelo	*C. grandis* (L.) Osb.	C	'Rienking' con pulpa de color blanca, 'Chandler' pulpa de color rojo intenso.		
1980	Mandarino	C. reticulata	C	'Nagpur'	India.	Monteverde (1999), Avilán *et al.* (1999)
	Naranjo	*C. sinensis*	C	'Hughes Valencia'	Florida, EEUU	
1986	Naranjo	*C. sinensis*	C	'Navelate', 'Salustiana'	Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Moncada, España.	Monteverde (1999), Avilán *et al.* (1999)
	Mandarinos	*C. reticulata*	C	'Clementina de Nules', 'Fortuna', 'Okitsu'		
	Grapefruit	*C. paradisi*	C	'Star Ruby'		
	Cidro.	*C. medica*	C	'Ethrog', selección Arizona-861-S1		
1999	Mandarinos	*C. reticulata*	P	'Changsha', 'Sunki'	USDA, Fort Pierce. Florida, EEUU.	Piña *et al*. (2006), Wutscher y Bowman (1999).
	Híbridos de *P. trifoliata* (L.) Raf.	Sunki x *C. macrophylla*	P	C-61-103-1		
	-	Changsha x English Large Flowered Trifoliate.	P	FF-1-131-20		
	-	Changsha x Small Flowered Trifoliate.	P	*HRS-801		

Cuadro 1. (cont...)- Cultivares de portainjertos comerciales y variedades de copas de cítricos (sin incluir variedades ornamentales) introducidos al país desde 1957.

Año	Nombre común	Parentales	P/C	Cultivar(es)	Procedencia	Referencia
1999	-	Siamese Pummelo x Gotha Road Trifoliate.	P	HRS-802	USDA, Fort Pierce. Florida, EEUU.	Piña *et al*. (2006), Wutscher y Bowman (1999).
	-	Changsha x English Large Trifoliate	P	HRS-809		
	-	Sunki x Benecke Trifoliate	P	HRS-812		
	-	Minneola Tangelo x Trifoliate.	P	HRS-934		
	-	Sunki x Flying Dragon Trifoliate	P	HRS-942		
	-	Pearl Tangelo x Flying Dragon Trifoliate.	P	HRS-954		
ND	Naranjo	*C. sinensis*	C	'Riqueza', 'Caracara', 'Madam Vinous';	-	Monteverde (sf). Informes Anuales FONAIAP-CENIAP
	Mandarino	*C. reticulata*	C	'Dancy Araira', 'Criolla' o Mediterránea, 'Sapa'		
	Naranjo Cajera	*C. aurantium* (L)	P	'Hibrido Cajera', 'Cajera Doble Cáliz', 'Cajera Agridulce','Gou Tou'		
	Mandarino	*C. amblycarpa*	P	-		
	Mandarino	*Citrus sunki*	P	Mandarino 'sunki'	s.i	-
	Flying Dragon	*P. trifoliata*	P	-		
	Kumquat	*Fortunella* sp.	C	Kumquat		
	Fruta verada	*C. limettioides* Tan.	C	Lima dulce de Palestina		
	Limón criollo	*C. aurantifolia* (Christm.) Swingle	C	Lima mexicana		

Año: año de ingreso al país. P/C: Portainjerto/Copa. S.I.: Sin información. ND: año de ingreso no determinado. USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, por sus siglas en inglés. EEUU: Estados Unidos de América. * La denominación HRS se cambió a US.

de Cítricos (SENACAC) en el CE-CENIAP se introdujeron 22 selecciones de naranjos provenientes Valles Altos Carabobo-Yaracuy: Valencia, Washington Navel, Pineapple y 'Criollo Montero'. También se incluyeron en el BF diez selecciones provenientes del Banco de Germoplasma de cítricos del CE-CENIAP y ocho selecciones donadas por la Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI 1981, Monteverde 1987, Monteverde *et al*. 2000, Monteverde y Rangel 2004).

En 1979 apareció el virus de tristeza de los cítricos en los Valles Bajos de Yaracuy, en 1980 se extendió a los Valles Altos Carabobo-Yaracuy y luego a todo el país. Se estima que este virus destruyó más de seis millones de árboles de cítricos injertados en naranjo agrio, el cual es muy susceptible, especialmente en la combinación naranjo Valencia/naranjo agrio (Plaza *et al*. 1984).

El primer portainjerto que se usó en Venezuela tolerante a tristeza como sustituto del Agrio, fue el limón Volkameriano, para injertar yemas de naranjos y lima Persa. Este tiene la ventaja de su rápido crecimiento en vivero, induce producción más temprana, pero su vida útil es más corta. Cleopatra fue el otro portainjerto tolerante a tristeza que se usó como sustituto del naranjo Agrio, al principio en menor escala, probablemente por desconocimiento de su manejo en vivero y campo, porque no tolera suelos arcillosos y se adapta mejor a suelos arcillo-arenosos. Cleopatra injertada con Valencia induce árboles compactos, de mayor volumen de copa, sólo superado por los árboles en Volkameriano, aunque no hubo diferencias estadísticas significativas.

La producción total en ocho años de registro fue superior a Volkameriano, alcanzando su máxima producción en el décimo año después de sembrados y manteniéndola en los años subsiguientes. No hubo diferencias estadísticas significativas entre ambos patrones en cuanto a la calidad de la fruta en término de porcentaje de sólidos soluble/acidez (% SST/acidez), pero la desventaja del Cleopatra es la lentitud para alcanzar alta producción (Monteverde *et al*. 1996).

Citrumelo Swingle se comenzó a usar como portainjerto para naranjos y lima Persa en los Valles Altos Carabobo-Yaracuy y los estados Anzoátegui y Monagas, mucho antes de la aparición de Huanglongbing. Swingle con Valencia indujo árboles de menor volumen de copa, llegando a tener 20 % menos que con Volkameriana, haciendo que la densidad de siembra y la productividad por hectárea fueran mayores. Swingle es tolerante a *Phytophthora* sp. y a la tristeza de los cítricos, pero no tolera suelos calcáreos u horizontes que tengan arcilla (Monteverde *et al*. 1996, Castle 2010).

Auge de la producción citrícola y llegada del HLB a Venezuela

Durante la década de los años 90 y principios de la década del 2000 hubo un gran estímulo para la creación de nuevas áreas de siembras de cítricos, impulsado por el incremento del consumo nacional, la sustitución de cafetales en los Andes y las exportaciones a las islas del Caribe debido a la creación de áreas libres de la mosca de la fruta (*Anastrepha* spp.). El estado Miranda tenía para 1994 alrededor de 5.500 ha de mandarinos ubicada en los sectores Araira, Salmerón y Macanilla (Solórzano y Tortolero 2005).

Esa expansión de la citricultura estimuló la fundación de numerosos viveros en todo el país. Destacan los ubicados en Guayabita, Turmero, estado Aragua, por los volúmenes producidos, con buena tecnología para la producción de plantas en vivero. Algunos de estos viveros participaron en el SENACAC (Reyes *et al*. 1992). Desde la suspensión del programa de certificación en 1994, se descuidó la supervisión de los viveros de cítricos en Venezuela. No se garantizaba si los materiales a ser propagados pertenecían a clones élite, o si eran altamente productivos y sin problemas de alternancia. Tampoco se certificaba la fitosanidad de las plantas, en lo que se refiere a virus y adicionalmente los sustratos no eran desinfectados adecuadamente (Aular y Casares 2011).

A medida que fue creciendo el área cultivada, se incrementaron los ataques de algunas plagas como: ácaros, minador de la hoja, moscas de la fruta, escamas, áfidos, entre otros y de enfermedades como gomosis, antracnosis, mancha parda, mancha grasienta, psorosis, xiloporosis (caquexia) y exocortis; todo esto incidió directamente en los costos de producción, rendimiento del cultivo y calidad del producto (Santos y Coraspe 2015).

A mediados de la década del 2010 - 2020, los precios de las naranjas al productor bajaron tanto para la fruta fresca como para la agroindustria. Esto último

generó conflictos entre citricultores e industriales, especialmente en productores con baja productividad, y se estancó la expansión de nuevas áreas de siembra.

A finales del 2017 fue declarada oficialmente la presencia en Venezuela del HLB o enfermedad del dragón amarillo (INSAI 2017, Marys *et al*. 2020) aunque se sospechaba la presencia unos años antes. El HLB es causado en Venezuela por la bacteria *Candidatus* Liberibacter asiaticus y transmitida por el psílido asiático de los cítricos *D. citri*, presente el país desde 1999 (Cermeli *et al*. 2000, 2005) En la Figura 1 se muestra plantas de naranjo Valencia afectadas por el HLB en el Estado Carabobo.

Prácticas Agronómicas en la citricultura venezolana

En el 2011 se señaló la amplia variabilidad en el nivel tecnológico de los huertos, y la aplicación de prácticas hortícolas sin soporte científico. La calidad de la fruta fresca media o baja y el manejo postcosecha de los frutos para consumo fresco era precario; y el bajo número de portainjertos (Volkameriana y Cleopatra) y copas, tornó muy frágil la citricultura venezolana, ante posibles brotes de enfermedades, así como una baja competitividad para el mercado internacional. Un número importante de huertos no usa riego (Figura 2), lo cual permite explicar en parte los bajos niveles de producción y de calidad de la fruta. Aquellos que lo usaban, los sistemas predominantes eran el riego localizado y por aspersión (Aular y Casares 2011). Por ejemplo, en el estado Trujillo la gran mayoría de los agricultores no disponen de infraestructura de riego, por lo que los cultivos pueden ser afectados en épocas secas en su desarrollo y producción (Santos y Coraspe 2015).

Las densidades de plantación se hallan desde bajas a altas densidades, es decir desde 7,0 x 7,0 m hasta 4,0 x 3,5 m; respectivamente. Los rendimientos pueden ir desde 25 hasta 60 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$. Destaca la existencia de huertos en donde sólo se controlan las malezas antes de la cosecha para permitir la entrada del personal y los camiones (Aular y Casares 2011).

En Venezuela, no se utiliza la práctica de poda. Santos y Coraspe (2015) señalan que en el estado Trujillo, los productores realizaron ajustes en las distancias de siembra, ya que al principio se usaban menores distanciamientos, pero generaban problemas para el manejo del cultivo y exceso de sombra, siendo la más común en la actualidad la siembra de 6 x 6 m en mandarina y lima, y 5 x 5 m en naranja, para una densidad de siembra de 277 y 400 plantas·hectárea, respectivamente.

Figura 1. Plantas de naranjo Valencia sobre patrón trifoliado, afectados con HLB. Municipio Montalbán, Carabobo, Venezuela. (Fotografia cortesía Edgloris Marys, IVIC, Venezuela).

Figura 2. Plantación de mandarino Dancy sin uso de riego. La Tendida, Táchira, Venezuela. (Fotografía Pedro Morales, INIA, Venezuela).

Rodríguez *et al*. (2012) expusieron que la desaparición del Programa de Certificación de yemas, fue una limitante para el sistema de producción de cítricos. La mala calidad de las plantas que se vendían en los viveros citrícolas ocasionó problemas fitosanitarios en las plantas que fueron adquiridas por los agricultores (nemátodos, problemas con hongos, bacterias, entre otros). Esto llevó a que los agricultores decidieran producir sus plantas, con deficiencias técnicas en dicho proceso.

Principales plagas de las cítricas en el país

Morales *et al*. (2017) señalaron que el control de plagas insectiles y ácaros en el país se dirigió principalmente hacia las siguientes plagas:

1. Polilla del naranjo *Ecdytolopha* (= *Gymnandrosoma*) *aurantiana* Costa Lima: mariposa de hábitos nocturnos cuyas larvas penetran los frutos, haciendo galerías para alimentarse de la pulpa.
2. Moscas de la fruta: comprende las especies pertenecientes al género *Anastrepha* y la mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* Wiedemann. Sus larvas se alimentan de los frutos, algunos autores mencionan al cultivo de naranja y *C. paradisi* como hospederos de *A. fraterculus*. Entre los registros de la mosca del Mediterráneo, destacan los correspondientes a toronja, mandarino y naranjo agrio.
3. Minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton: polilla cuyas larvas se alimentan del mesófilo de las hojas formando galerías, ocasionando la deformación de las hojas y la pérdida del valor comercial de las plantas en viveros.
4. Escamas: insectos hemípteros, donde destacan la queresa del naranjo *Unaspis citri* (Comstock), la escama roja, *Chrymsophalus aonidum* (L.), la escama coma, *Lepidosaphes beckii* (Newman) y *L. gloverii* (Parckard). Estas escamas pueden dañar tanto las hojas como los frutos de cítricos.
5. Ácaros: el ácaro tostador *Phyllocoptrupta oleivora* Ashmed: daña los frutos al tornar la cáscara de color plateado, rojizo o negro. En naranjas, el daño resulta en frutos más pequeños, de mala calidad y se deterioran rápidamente. El ácaro plano de los cítricos *Brevipalpus* spp., transmite el Virus de la Leprosis de los Cítricos (CiLV) y produce manchas circulares de color amarillo en las hojas y frutos, reduciendo la producción y el valor comercial de los mismos. El ácaro del moteado blanco de los cítricos *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst), produce un moteado circular blanco en las hojas y frutos, agravándose en épocas seca. Ocasiona daños severos en siembras ubicadas en las zonas áridas del país.
6. Áfidos: insectos de cuerpo en forma de pera que presentan dos cornículos o prolongaciones en la parte posterior del abdomen. El principal daño que causan es transmitir el virus de la tristeza de los cítricos (CTV). Destacan el áfido de la caraota

(*Aphis craccivora* Koch), el áfido del algodonero (*Aphis gossypii* Glover), el áfido verde de los cítricos (*Aphis spiraecola* Patch) el áfido negro de los cítricos *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe), y el principal vector del CTV, *Toxoptera citricida* (Kirkarldy). Los áfidos ocasionan el enrollamiento de los brotes tiernos y excretan un líquido azucarado o "melao" que cubre las plantas afectadas sirviendo de sustrato al hongo denominado fumagina (*Capnodium* sp.) el cual disminuye la calidad de los frutos.

Así mismo, las principales enfermedades que afectan los cítricos en Venezuela son:

A. De origen viral o viroidal: Tristeza de los cítricos (CTV), la cual se manifiesta con clorosis en las hojas, con halos amarillos por ambos lados, menor tamaño de los frutos, lo cual reduce la producción. El árbol muere, especialmente si la copa es injertada en portainjertos susceptibles como naranja cajera; Psorosis (CPsV), la cual produce descamaciones localizadas en la corteza del tronco y ramas principales, en cuyas lesiones brota goma; Leprosis de los cítricos (CiLV) transmitida por ácaros del género *Brevipalpus* spp., los cuales inducen lesiones locales circulares de apariencia clorótica o necrótica en las áreas de alimentación de sus plantas hospederas. El virus no se distribuye sistémicamente en el hospedero; y los viroides de la Exocortis (CEVd), que se caracteriza por descamación del tronco en cultivares susceptibles y enanismo aunque pueden haber variedades y cultivares asintomáticos al viroide; y la Caquexia de los cítricos (CCaVd) la cual ocasiona decoloración y disminución del tamaño de las hojas así como concavidades en la madera que se corresponden con salientes en la cara interna de la corteza en las variedades y portainjertos susceptibles, muchas veces asociada con impregnación de goma.

B. De origen fungoso: Gomosis de los cítricos (*Phytophthora* spp.), que produce formación abundante de goma en la superficie de la corteza y muerte de raíces; Muerte regresiva (*Lasiodiploidia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.), ocasiona secamiento de ramas tiernas y resquebrajamiento de la corteza con exudado gomoso de color pardo oscuro; Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz. y Sacc.)), produce manchas marrones en los pétalos de las flores, produciendo caída de frutos; Mancha grasienta (*Zasmidium citri-griseum* (F.E. Fisher) U. Braun & Crous) ocasiona manchas foliares y defoliación prematura de los árboles; Mancha septoria (*Septoria citri* Pass.) la cual produce manchas cloróticas y depresiones en los frutos; Sarna o verrugosis (*Elsinoe fawcettii* Bitanc. & Jenkins [as 'fawcetti'] = *Sphaceloma fawcetii* Jenkins), infectan hojas y frutas tiernas, produciendo protuberancias rugosas de color grisáceo;

C. Enfermedades causadas por nematodos destacan: *Tylenchulus semipenetrans* (Cobb), *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden y *Pratilenchus brachyurus* Filipjev & Schuurmans Stekhoven. Los nematodos dañan el sistema radicular, ocasionando la disminución del crecimiento de la planta, defoliación y pérdida de producción (Castro *et al*. 2000, León *et al*. 2006, Fermín *et al*. 2009, Aular y Casares 2011, Aguilera 2016, Polanco *et al*. 2019).

D. En Venezuela no se ha señalado la presencia de enfermedades causadas por bacterias en el cultivo de los cítricos, aparte del HLB. Sin embargo, es importante estar atentos a dos enfermedades de origen bacterial gram negativas y de importancia cuarentenaria: el cáncer de los cítricos (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (Hasse 1915) (Vauterin *et al*. 1995), que ataca toda la planta, y en frutos causa pústulas corchosas de forma irregular como cráteres; y la Clorosis Variegada de los Cítricos (CVC), causada por la bacteria no cultivable *Xylella fastidiosa* (Wells *et al*. 1987), subsp. *pauca* (Schaad *et al*. 2004), la cual provoca clorosis foliar, defoliación, decaimiento general de la planta y reducción del tamaño del fruto (MPPAT 2017).

II. El huanglongbing y su vector, el psilido asiático de los cítricos en Venezuela

Presencia del HLB en Venezuela

En 1999 se detectó el psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* Kuwayama, (Hemiptera, Psyllidae) en plantas de limón criollo en la Península de Paraguaná, estado Falcón (Cermeli *et al*. 2000). Este insecto se desarrolla exclusivamente en plantas de la familia Rutaceae, particularmente en el género *Citrus*, pero

también en plantas del género *Murraya* y las especies *Atalantia missionis* Oliver, *Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr., y *Citropsis schweinfurthii* (Engl.) Swingle & Kellerm (Cermeli *et al*. 2000, 2007; García 2009).

Las ninfas (Figura 3) producen daños directos al chupar la savia en los brotes jóvenes. Las mayores densidades poblacionales de este insecto se presentan en la época seca (Cermeli *et al*. 2007). Los adultos (Figura 4) miden de tres a cuatro milímetros de longitud, el cuerpo es de color marrón moteado, recubierto de polvo ceroso y cuando son molestados saltan rápidamente. El ciclo de vida varía entre los 14 a 49 días, dependiendo de las condiciones ambientales (García 2009).

El HLB es presumiblemente causado por tres especies de bacterias gram negativas, restrictoras del flujo floemático, ubicadas en el Clado Gracilicutes y agrupadas en el género *Liberibacter*, que aún no se han podido cultivar en medios artificiales. Por ello han sido clasificadas provisionalmente como "*Candidatus* Liberibacter asiaticus" *C*Las; "*Candidatus* Liberibacter africanus" *C*Laf y "*Candidatus* Liberibacter americanus" *C*Lam.

Figura 3. Ninfas de *Diaphorina Citri*. (Fotografia Mario Cermeli, INIA, Venezuela).

Figura 4. Adulto del insecto *Diaphorina citri*. (Fotografia Mario Cermeli, INIA, Venezuela).

Esta enfermedad provoca el amarillamiento asimétrico o irregular de las hojas, como consecuencia de deficiencias nutricionales inducidas, ocasionalmente produce la muerte de yemas apicales e impide el desarrollo normal de la planta. Adicional a ello, ocasiona frutos reducidos y deformes con crecimiento asimétrico y finalmente la muerte de la planta. Es reconocida actualmente como la enfermedad más devastadora de los cítricos en el ámbito mundial (NAPPO 2015, Morales *et al*. 2017, Texeira *et al*. 2005). En 2007 se realizaron las primeras pruebas de diagnóstico molecular (RAPD) para la detección de la bacteria en ejemplares de *D. citri* colectados en Venezuela, pero no se detectó la enfermedad en el país (Salazar *et al*. 2007).

Morales *et al*. (2010), detectaron diferencias en el ciclo de vida de *D. citri* dependiendo de la planta hospedera: 15,2 (± 2,8) días sobre lima *C. aurantifolia* (Christm.); 17,4 (± 2,1) días sobre naranjo *C. sinensis*; 18,8 (± 2,8) días sobre mandarino *C. reticulata*; 13,6 (± 1,2) días sobre pomelo *C. grandis* y 15,8 (± 2,8) días sobre Azahar de la India *Murraya paniculata* (L.) Jack, bajo condiciones de laboratorio a una temperatura de 24,89 (± 1,48) °C y humedad relativa de 64,89 (± 4,95) %.

El primer reporte sobre sospecha de la enfermedad fue levantado en octubre de 2016 por investigadores del INIA, en muestras de plantas de naranjas provenientes de Turmero, estado Aragua (Morales y Schmidt 2016). La sintomatología correspondía a la descrita para la enfermedad en ramas y hojas (NAPPO 2012). Se realizó la prueba de yodo y resultó positiva, por lo cual se elevó a las autoridades respectivas el informe con estos resultados.

Posteriormente se levantaron dos reportes sobre inspecciones de fincas del Estado Carabobo (Morales 2017a) (Figura 5a y 5b) e información sobre el insecto (Morales 2017b) en marzo de 2017. En agosto de 2017, se recolectaron ramas de árboles de *Citrus* sp. que mostraban un amarillamiento (Figura 6) de leve a severo en los brotes, frutos deformes y reverdecidos y declive de árboles en varias regiones de Venezuela.

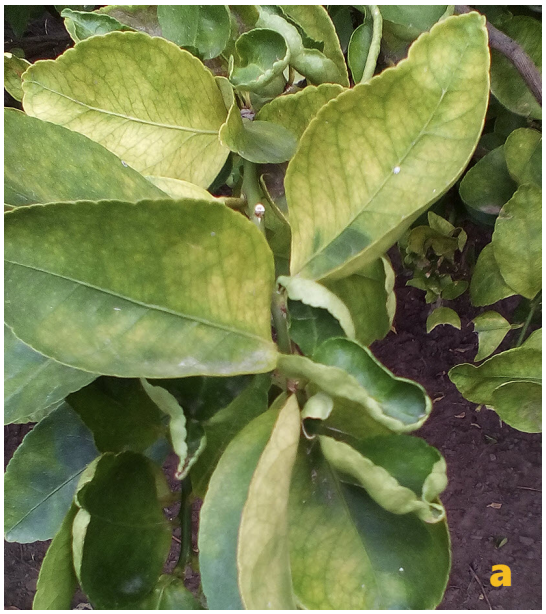

Figura 5a y 5b. Hojas de cítricos con síntomas de HLB. Carabobo, Venezuela (Fotografia Pedro Morales, INIA, Venezuela).

Para verificar la presencia de *C*Las, se extrajo el ADN total de la nervadura central de una sola hoja y se sometió a amplificación por PCR. Un total de 87 de 104 muestras (83,7 %) dieron positivo con dos juegos de cebadores (Marys *et al*. 2020). A raíz de los resultados, se enviaron informes de revisión de la norma sobre HLB (Morales 2017c) y el protocolo de toma de muestras (Piña *et al*. 2017). La enfermedad fue declarada oficialmente en el país en la Gaceta Oficial N° 41.248 el 2 de octubre de 2017 (INSAI 2017). Ya para entonces la enfermedad estaba expandida en la mayoría de las zonas citrícolas (Figura 7) por lo cual no se dictaron las medidas cuarentenarias respectivas.

Figura 6. Planta de naranjo donde se observan las hojas con amarillamiento síntoma de HLB. Nirgua, Yaracuy, Venezuela. (Foto cortesía Edgloris Marys, IVIC, Venezuela).

HLB en el mundo

La estrategia de manejo del HLB está basada en tres medidas fundamentales: utilizar plantas provenientes de viveros libres de patógenos, el control del vector y la eliminación de árboles infectados (Mora-Aguilera *et al*. 2014, Ramadugu *et al*. 2016, Rattanpal *et al*. 2017). El costo promedio del manejo del HLB en Brasil es de 400 dólares por hectárea (Santivañez *et al*. 2013).

González y Tullo (2019) señalan que en Paraguay se establecieron plantaciones solamente con plantas sanas provenientes de viveros reconocidos, con el cuidado desde el primer año de trasplante para asegurar un correcto control de plagas y enfermedades; el monitoreo y control del psílido para establecer las medidas de control en forma oportuna y las fumigaciones en épocas de brotación. En zonas ya infestadas, conviven con la enfermedad mediante aplicaciones de antibióticos vía endoterapia en plantas en producción, para prolongar un poco más su vida útil.

Figura 7. Plantación de lima persa con pérdida total de plantas a causa del HLB. Nirgua, Yaracuy, Venezuela. (Foto cortesía Edgloris Marys, IVIC, Venezuela).

Mora-Aguilera *et al*. (2014) indican que el control del vector se realizó principalmente mediante productos químicos y en menor medida con control biológico mediante parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Sin embargo, la estrategia que presentó mayor eficiencia en el control del HLB es usar un enfoque regional, que en el caso de los pequeños productores localizados en áreas con baja incidencia de HLB, permite formar áreas de manejo de por lo menos 500 ha, en donde se realice el control del vector y la eliminación de plantas enfermas.

Sáenz *et al*. (2019) señalan que en México el manejo preventivo de la enfermedad se realiza a través del combate y erradicación del psílido mediante el control químico y biológico, con aplicaciones de los insecticidas argenomina, azadarictina, imidacloprid, zetacipermetrina, además, el uso de antibióticos como oxitetracilina, ampicilina, estreptomicina, tetraciclina y penicilina. La otra opción son los programas nutricionales a base de zinc, cobre y manganeso y la termoterapia con rango de 40 - 42 °C, que presenta 90 % de efectividad. El control biológico se realiza mediante la liberación de la avispa parasitoide *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae), la cual reduce las poblaciones del psílido *D. citri*. Por último, es indispensable el uso de material vegetal certificado tolerante a HLB.

El control biológico por depredadores, parasitoides y hongos entomopatógenos es una tecnología complementaria para manejar al psílido asiático de los cítricos y se considera una herramienta versátil y efectiva, especialmente en huertos abandonados, productores orgánicos y zonas urbanas, donde es difícil realizar aplicaciones químicas. Entre los depredadores destacan las crisopas debido a su gran capacidad de alimentación, y *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae). Entre los parasitoides, *T. radiata* muestra alto nivel de parasitismo en ninfas de *D. citri* y su excelente capacidad para buscar y alimentarse de las ninfas de sus hospedantes, siendo excelente para utilizarla como agente de control biológico en huertos abandonados o aquellos con poco manejo (NAPPO 2015).

En el caso del control biológico del psílido asiático, el número total de los artrópodos enemigos naturales de *D. citri* en el mundo es de 101 especies, distribuidas en nueve órdenes y 26 familias. Recientemente, se reportó en Colombia la mariquita *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) como un potencial depredador de *D. citri*. El principal enemigo natural de *D. citri* es la avispa parasitoide *T. radiata*, la cual ha sido citada en el continente americano en Argentina, Brasil, México, Puerto Rico, EE. UU. (Florida y Texas) y Venezuela. El ciclo de desarrollo desde huevo hasta adulto de *T. radiata* tiene una duración de 10 a 13 días, con un porcentaje de parasitismo del 25 % y una emergencia de adultos del 90 %. La proporción de sexos fue de 1:1 y la longevidad promedio de los adultos fue de tres a cinco días (Kondo 2017).

En México, se utilizan cepas de especies de los hongos *Isaria fumosorosea* y *Metarhizium anisopliae* para el control del insecto, a temperaturas de 22 a 28 °C y humedad relativa mayor de 80 %. La cantidad de hongo a utilizar por hectárea dependerá del gasto de agua que se requiera para cubrir la superficie que se ha de atender, y si después de la aplicación se detecta población remanente del psílido, se aplica nuevamente el hongo 10 días después de efectuar la primera aplicación, sólo en las áreas con presencia del psílido y bajo las condiciones ambientales antes señaladas (NAPPO 2015).

Aubert (2009) señala que en la isla de Reunión, en la década de los 70, lograron la erradicación de *Trioza erytreae* Del Guercio y una gran reducción de las poblaciones de *D. citri* por medio de control biológico. Asimismo, las ayudas a los agricultores para facilitar el acceso a las plantas certificadas exentas de HLB han entrañado la desaparición progresiva de la enfermedad sin necesitar una masiva y perturbadora eliminación de los cítricos contaminados. Este plan de lucha biológica eficaz contra *D. citri*, se reprodujo con éxito en la Isla de Guadalupe, en el marco de una acción conjunta entre el INRA y el CIRAD.

Avances en el manejo del HLB

a. Uso de altas densidades de plantación y manejo de podas

La tecnología de plantaciones de alta densidad permite la producción comercial más temprana y eleva los rendimientos netos de la producción, el uso eficiente de nutrientes y agua debido a una mayor densidad de raíces, una aplicación eficiente de plaguicidas y un control de malezas más fácil. Estas plantaciones requieren de cinco componentes importantes: 1) portainjertos enanos, 2) uso de poda, 3) variedades de vástagos enanos, 4) uso de químicos/reguladores del crecimiento de las plantas y 5) prácticas adecuadas de manejo de cultivos (Chhetri y Kandel 2019).

Los sistemas intensivos requieren mecanizar en un alto grado, aplicar la poda (topping: lateral y bajos), con una estructura de árbol tipo seto, de altura máxima de 2,5 m, una anchura máxima de 1 m, y los 0,7 m inferiores del tronco libre de ramificaciones, además de disponer de riego y estructuras de empalizada. Estos sistemas están diseñados para la recolección mecanizada, reduciendo la distancia entre árboles dentro de la fila, siendo el más habitual el marco 6 x 4 m, y en los últimos años se han establecido marcos de 7 x 3 m o 7 x 2,5 m. por la necesidad de mayores distancias en las calles, para permitir el paso de los equipos de recolección mecanizada.

El cultivo de cítricos injertados sobre patrones enanizantes, permitiría realizar plantaciones intensivas y superintensivas (800 a 2.000 árboles·ha^{-1}). El patrón enanizante más conocido es el *Poncirus trifoliata* var. *Monstrosa*, denominado Flying Dragon, que se utiliza en California y en Brasil, pero es muy sensible a caliza activa y salinidad. En Brasil, en los estudios realizados por Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), los resultados más interesantes fueron obtenidos con la lima ácida Tahiti, injertada sobre Flying Dragon, con y sin irrigación, a densidades de 4 x 1 m (2.500 plantas·ha^{-1}); 4 x 1,5 m (1.666 plantas·ha^{-1}); 4 x 2 m (1.250 plantas·ha^{-1}); y 4 x 2,5 m (1.000 plantas·ha^{-1}).

En cinco años con irrigación, se obtuvieron productividades superiores a 40 t·ha^{-1} en los tres marcos más densos, lo cual representa valores entre el 78 y el 151 % mayores que la media de productividad del Estado de Sao Paulo. Los patrones con carácter enanizante Forner- Alcaide N° 418, híbrido de citrange Troyer (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) x mandarino común, y el patrón Forner-Alcaide N° 517, híbrido de mandarino King x *P. trifoliata*, alcanzan

una altura de 1,5 m, ambos con elevada productividad y excelente calidad de fruta, tolerantes a tristeza (Arenas y Hervalejo 2012).

Chhetri y Kandel (2019) señalan diferentes investigaciones donde el citrange Troyer es muy efectivo en plantaciones de alta densidad, a 1,8 x 1,8 m; en plantaciones de 701 árboles·ha^{-1} se obtuvo un rendimiento superior a 60 t·ha^{-1}. Estudios hechos en California durante diez años con la variedad Washington Navel, en once densidades, el rendimiento más alto se obtuvo empleando 445 árboles·ha^{-1}. Pero el mayor beneficio fue con 890 árboles·ha^{-1} en los años iniciales, lo que significa que la plantación de alta densidad brinda más ventajas económicas a principios que al final del cultivo.

En estudios de implantación de podas, en densidad arbórea tradicional (440 árboles·ha^{-1}) con la hilera doble (952 árboles·ha^{-1}) y la hilera estándar (600 árboles·ha^{-1}), con poda anual, el rendimiento aumenta a 55 t·ha^{-1} en hilera estándar y 63 t·ha^{-1}en plantación de doble hilera; y sin prácticas de poda, el rendimiento disminuye a 15-20 t·ha^{-1}, tanto en hilera doble como en hilera estándar. *P. trifoliata* o citranges (*P. trifoliata* x *C. sinensis*) son mejores patrones con naranja Valencia para plantaciones de alta densidad. También *Feronia limonia* es un patrón de cítricos muy enano y precoz y adecuado para plantaciones de alta densidad.

En condiciones del trópico bajo húmedo en Colombia, en el piedemonte del Meta, Mateus-Cagua y Ordúz-Rodríguez (2016) evaluaron un lote experimental de naranja Valencia injertada sobre mandarina Cleopatra en tres distancias entre filas (8, 7 y 6 m) y dos distancias entre plantas (5 y 4 m). La distancia entre plantas resultó ser la variable con mayor influencia sobre en el comportamiento vegetativo y productivo. La interacción 6 x 5 m indujo la mayor producción y las mayores tasas de rentabilidad, señalando que el aumento en las densidades de plantación debe estar acompañado del uso de patrones que induzcan plantas de porte medio a bajo.

b. Uso de antibióticos y otros productos

Una de las pocas salidas para convivir con la enfermedad es realizar aplicaciones de antibióticos vía endoterapia en plantas en producción para prolongar un poco más la vida útil de las infectadas, tal como lo realizado en países como Taiwán (González y Roberto 2019). Su uso en la agricultura es controversial, por la posible aparición de bacterias resistentes a los antibióticos (McManus 1999).

En Multan, Pakistán, se aplicaron diferentes combinaciones de antibióticos, Ampicilina sódica + Rifampicina, Cefalexina + Rifampicina, Ampicilina sódica + Cefalexina, Ampicilina sódica + Cefalexina + Rifampicina y Control (agua destilada) antes de la floración, durante el cuajado y en la etapa de crecimiento del fruto. La aplicación de antibióticos disminuyó significativamente la caída de flores entre 2 y 11 % y aumentó el peso y el rendimiento de la fruta cinco veces, mientras que el contenido de jugo, sólidos solubles totales, índice de maduración, azúcares totales, contenido de fenólicos y vitamina C también aumentaron en las frutas ayudando a mejorar el rendimiento de frutos y los diferentes atributos de calidad de los árboles de mandarino Kinnow infectados con HLB (Hussain *et al*. 2019).

En Florida, EEUU, se evaluó la eficacia de benzbromarona (benz), ácido tolfenámico (tolf) y la combinación de los dos contra la bacteria del HLB en árboles de naranja dulce y toronja blanca, de 8 a 12 años de edad, mediante inyecciones en el tronco en pruebas de campo comerciales y de invernadero. El tratamiento con benz y tolf disminuyó la infección de los árboles de cítricos en comparación con los árboles de control y aumentó la producción de fruta (15 %) después de 12 meses. Los árboles de *C. paradisi* que recibieron inyecciones de tolf en el tronco tenían un 7 % más de frutos en el momento de la cosecha en comparación con los testigos. Aunque los tratamientos no comprometieron la viabilidad de los árboles, ni el suelo que los rodeaba, ni creó ningún efecto negativo a largo plazo que disminuyera la seguridad de la fruta, estos tratamientos químicos no han sido evaluados ni aprobados por la Administración de Drogas y Alimentos o el

USDA para su uso en agricultura (Citrus Industry News 2020).

En Riverside, California, EEUU, evaluaron plantas como la lima australiana, conocida por poseer tolerancia natural a las bacterias que causan el HLB. Se aislaron los genes que contribuyen a esta tolerancia innata, encontrando que uno de estos genes produce un péptido antimicrobiano, que fue evaluado en el transcurso de dos años. Como resultado, se redujo drásticamente el contaje de bacterias e hizo que las hojas parecieran sanas nuevamente unos meses después del tratamiento. El péptido se puede aplicar mediante inyección o rociado de follaje, se mueve sistémicamente a través de las plantas y permanece estable en el tiempo y a altas temperaturas ambientales, lo que fortalece el efecto del tratamiento (Bernstein 2020).

En México, se evaluó el efecto de inductores de resistencia sistémica sobre la concentración de *C*Las en árboles de limón mexicano en condiciones de invernadero. Los inductores de resistencia utilizados fueron ácido salicílico (T1), *Azospirillum brasilense* Cd (T2) y quitosano (T3), aplicados cada 20 días durante ocho meses. La inoculación directa al suelo de *A. brasilense* Cd mostró un efecto significativo en la reducción de la concentración de *C*Las (Trinidad-Cruz *et al*. 2019).

c. Materiales resistentes o tolerantes al HLB

Los cultivares y portainjertos de cítricos que se usan comercialmente son susceptibles al HLB. El conocimiento de la reacción de nuevos portainjertos a las condiciones edafoclimáticas, bióticas y abióticas es todavía limitado. Existen diferentes grados de tolerancia de los nuevos portainjertos híbridos con *P. trifoliata*. Los nuevos portainjertos ofrecen mejoras de muchos rasgos significativos que parecen esenciales para el futuro de la industria de los cítricos, entre ellos el tamaño del árbol, el alto rendimiento y la calidad del jugo, y la posible tolerancia intermedia al HLB, destacando los materiales C-22 Bitters, US-896 y UFR-6 (Castle *et al*. 2020).

Albrecht (2017) encontró diferencias notables entre portainjertos en cuanto a tamaño de árbol, calidad de fruto y rendimiento, aunque sin diferencias significativas en los niveles de la bacteria en árboles en los diferentes portainjertos evaluados. Los árboles en US-942 y US-1516 fueron significativamente más productivos que los árboles en portainjertos comerciales comunes como como Carrizo, Kuharske y Cleopatra. US-1516 es un híbrido de pomelo africano y Flying Dragon, lanzado en 2015 por el USDA y ahora está disponible comercialmente.

En el Condado Collier, US-802 y US-942 fueron los portainjertos más productivos. La caída de fruta ocurrida durante el 2015-16 y 2016-2017 en el mismo ensayo sugieren que el grado de la caída de la fruta inducida por HLB también puede ser influenciado por el patrón. Las copas crecidas en US-1516 y US-942 (condado de Polk) y en US-802 (Condado de Collier) exhibieron considerablemente menos caída de frutos en comparación con árboles en otros portainjertos, específicamente Swingle.

Bowman *et al*. (2016) evaluaron naranja Valencia (*C. sinensis*) en 17 portainjertos hasta los siete años de edad en las primeras cuatro temporadas de cosecha, en ensayo de campo en una zona gravemente afectada por el HLB en el centro de Florida. Todos los árboles del ensayo tenían síntomas de la enfermedad y se demostró mediante PCR, que estaban infectados con *C*Las. Los rendimientos más altos en el ensayo se obtuvieron en el portainjerto US-942, que fue significativamente más productivo que los árboles de los portainjertos comerciales comunes Carrizo, Kuharske, Cleopatra y Kinkoji.

Otros nuevos portainjertos híbridos también se desempeñaron bien en este ensayo, incluido el portainjerto US-1516, que tuvo el segundo rendimiento acumulado más alto, la mejor calificación de salud de los árboles y el menor número de árboles perdidos debido al daño del HLB. La comparación del rendimiento de los árboles en este ensayo con un ensayo similar realizado antes de la epidemia de HLB permitió estimar que la enfermedad produjo una reducción del 33 % en el rendimiento y una reducción del 21 % en el crecimiento de los árboles a los siete años de edad. Se sugiere el uso de una planta de raíces tolerantes a la bacteria, como un medio eficaz para mejorar las pérdidas de cultivos por HLB.

Dutt y Grosser (2017) han generado líneas transgénicas para inducir resistencia en patrones por medio de la inserción del gen NPR1 (No-expresivo de genes PR1) derivado de *Arabidopsis* (un pariente de la planta de mostaza), que induce la expresión de las proteínas PR (genes de defensa o proteínas relacionadas a la patogénesis) para resistencia a bacterias en cítricas. Se demostró que los árboles de cítricos diseñados con este gen, poseen genes PR inducibles que determinan un fenotipo resistente a enfermedades.

Actualmente, se está monitoreando una población de naranjos dulces modificados genéticamente que expresan el gen Arabidopsis NPR1 para determinar su resistencia al HLB, observándose que varias líneas transgénicas han permanecido negativas al HLB durante más de cinco años, aunque están plantadas en un sitio con mas de 95 % de infección por HLB. Desafortunadamente, estas plantas Hamlin transgénicas también contienen la proteína verde fluorescente (GFP), el cual aún no ha sido aprobado para el consumo humano. Cultivares seleccionados de naranja dulce como EV1, OLL-8, Valencia, Vernia y otros se están modificando para expresar la proteína de Arabidopsis NPR1 y proteger los árboles contra el HLB. Estos nuevos árboles se están produciendo sin el gen GFP.

Grosser (2020) ha evaluado por 12 años líneas de la variedad Sugar Belle, obtenidas por hibridación de pomelo x mandarina, observando en dos de los árboles en el padre S13 (pomelo HB tolerante a salinidad x Cleopatra), muy buena capacidad para transmitir la tolerancia al HLB del portainjerto al cultivar Valencia. Después de varios ensayos, Sugar Belle mostró una tolerancia excepcional al HLB sin importar en qué portainjerto se cultive. Este cultivar no se utiliza como portainjerto porque produce poca semilla y estas no reproducen los caracteres de la planta madre, además que se supone susceptible a *Phytophthora*, pero se utilizó como progenitor de reproducción de portainjertos. Los primeros cruces con Sugar Belle se realizaron en 2015, utilizando un híbrido HB pomelo x Cleopatra tolerante a la salinidad (S13) y un HB pomelo x Shekwasha (S10) también tolerante a la salinidad como progenitores polinizadores. Uno de los árboles obtenidos, el híbrido 16, ha crecido como un árbol normal dos años después de plantado. Se injertó una mandarina Murcott infectada (la variedad más susceptible al HLB) en el patrón y también está creciendo bien. El árbol de Valencia original se evaluó mediante PCR Indicando que no hay infección activa. Este material se está propagando para evaluaciones a gran escala por medio de cultivo de tejidos.

Así mismo, Ramadugu *et al*. (2016) indicaron que los parientes silvestres de plantas cultivadas son frecuentemente fuente de resistencia a enfermedades. En Florida, EEUU, se utilizaron 91 accesiones con 886 árboles que incluían cultivares comunes de cítricos y de otros géneros relacionados en experimentos de campo. Luego de seis años, algunos géneros cercanos a *Citrus* permanecieron totalmente resistentes al HLB, sin bacterias detectables ni síntomas. Los géneros australianos *Microcitrus* y *Eremocitrus*, junto a algunos de sus híbridos naturales con *Citrus* presentaron compatibilidad sexual y demostrada transmisión hereditaria de la resistencia en los híbridos. La resistencia observada en campo fue evaluada en laboratorio con poblaciones de psílidos, demostrando la heredabilidad de esta resistencia.

Sáenz *et al*. (2019) señalan que en México, la variedad de limón mexicano 'Lise', desarrollada en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Colima, ofrece mayor resistencia al ataque de HLB con un rendimiento promedio de 40 $t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$.

III. Nueva visión del negocio citrícola en Venezuela

Siguiendo los ejemplos exitosos en otros países, como Brasil (Dibbern 2010a), se requerirá en un futuro inmediato de cambios estructurales y mejoras en las siguientes áreas:

1. Producción de plantas de cítricas sanas

En nuestro país, debido a la epifitia ocasionada por el HLB, es imperiosa la necesidad de iniciar urgentemente la producción de plantas sanas fiscalizadas como medida para recuperar las áreas de plantaciones de cítricos o iniciar otras nuevas. Es la única forma de iniciar la recuperación de este importante sector (Shih-Bon y Shiarn 2015).

Basado en lo señalado por Lee (2009), Dibbern (2010a), Mara y Peyrou (2010), Bertalmío *et al*. (2012), PRSCIPF (2012), y NAPPO (2015), el esquema general de certificación de cítricos comprende tres áreas o programas:

i. **Programa de Saneamiento:** hace referencia a la limpieza del material vegetal de patógenos, especialmente de transmisión sistémica. Este programa consta de los siguientes pasos:

   1) selección de las plantas madres a partir de cultivares locales o importados con base en los criterios de calidad (alta productividad, buena calidad de la planta, de la fruta y del jugo); 2) pruebas de indización de las plantas madres seleccionadas mediante rigurosos análisis por métodos biológicos, serológicos y moleculares; 3) obtención de plantas libres de patógenos mediante termoterapia, quimioterapia y microinjertación de ápices caulinares *in vitro*; 4) re-indización de las plantas obtenidas para verificar la sanidad del material obtenido; y 5) mantenimiento de plantas sanas bajo condiciones protegidas.

   Para proteger las plantas, una vez saneadas, se requiere construir viveros con cubiertas de malla anti áfidos, en donde se desarrollen las plantas básicas seleccionadas de la más alta calidad agronómica y fieles al tipo, en zonas de producción locales.

ii. **Programa de Cuarentena:** es de competencia del Estado y se relaciona con el control a la importación de material vegetal, para brindar la introducción segura libre de patógenos, de germoplasma hortícola de áreas exóticas, por medio de las fases de exclusión, erradicación o cuarentena. El germoplasma importado se coloca en cuarentena en un lugar aislado del área citrícola, con barreras físicas sólidas o con el empleo de métodos *in vitro*. Al germoplasma importado se le realizan pruebas biológicas, serológicas y moleculares para descartar la presencia de patógenos transmisibles por injerto. En caso de detectarse algún patógeno, el material pasa al programa de saneamiento, y se vuelve a analizar mediante la batería de pruebas antes mencionadas hasta garantizar la ausencia de patógenos transmisibles por injerto.

iii. **Programa de Certificación:** El concepto de Certificación comprende la implementación de normas legales que garanticen la Sanidad, Autenticidad Varietal y Calidad de los cítricos. Se utilizan las plantas provenientes de los programas de cuarentena y en los programas de saneamiento. El esquema de certificación se estructura de manera que las pruebas biológicas y las evaluaciones hortícolas, que suelen consumir mucho tiempo y son costosas, se limiten a proteger individualmente los árboles primarios de los bloques de fundación, sujetos a aislamiento especial a prueba de vectores y muy poca manipulación. Además de la evaluación fitosanitaria, se evalúa su fidelidad al tipo debido a la ocasional aparición de mutaciones espontáneas. De esta forma todas las plantas propagadas se benefician de la alta calidad hortícola y la ausencia de patógenos transmisibles por injerto, partiendo de los protocolos diseñados para asegurar la integridad del germoplasma.

   El programa también puede incluir árboles fuentes de semillas de portainjertos en ambiente protegido, a partir de programas de saneamiento, con material evaluado sanitaria y genéticamente por su fidelidad al tipo. Estos árboles se inspeccionan anualmente para comprobar que están libres de anomalías y enfermedades transmisibles por las semillas y que puedan estar presentes en la región. En un contexto ideal, por lo general existen cinco bloques de árboles en un programa de certificación bajo ambiente protegido: 1) Bancos de germoplasma 2) bloques primarios de fundación protegidos, 3) bloques de fundación, que pueden estar ubicados en el campo y/o bajo condiciones protegidas dependiendo de la situación local respecto a los patógenos que presentan vectores, 4) bloques de multiplicación, y 5) bloques de plantas de vivero a certificar, que se distribuirán y plantarán.

   Las plantas de vivero a certificar en ambientes protegidos suelen propagarse utilizando material de los bloques de multiplicación, pero también pueden propagarse utilizando yemas de los árboles del bloque de fundación. Los árboles deben inspeccionarse para asegurar que cumplen con la calidad hortícola y fitosanitaria requerida según las regulaciones de certificación. Los viveros también han de mantener

registros que demuestren el cumplimiento de tales regulaciones.

Durante el programa de Certificación de Cítricas realizado en Venezuela entre marzo de 1983 y junio de 1994 (Monteverde y Rangel 2004) la selección de árboles por producción y calidad del fruto se realizó durante cinco años, registrando 148 árboles de naranjo dulce preseleccionados en tres diferentes fincas y nueve lotes ubicados en los valles altos del municipio Montalbán, estado Carabobo de los cultivares: Valencia (VA), California (Washington Navel)(WN), Pineapple (PA) y Criollo mejorado (CM).

Lo ideal sería adquirir las semillas de patrones y las varetas con yemas de copas, provenientes de países con programas de certificación, para dar inicio a un programa de fiscalización de plantas en viveros construidos para tal fin, lo más rápido posible. En el país tenemos personal capacitado en diferentes áreas e instituciones relacionadas al cultivo, con experiencia en las áreas de producción, entomología, fitopatología, biotecnología y biología molecular para acometer un Programa Nacional de Certificación de Cítricos.

En las circunstancias actuales, y en la medida que se establezca a mediano y largo plazo este Programa, a partir de la evolución de la producción de plantas fiscalizadas, con apoyo del Estado, ministerios, empresas privadas, la formación periódica de personal y construcción de instalaciones (laboratorios, invernaderos) que cumplan con las condiciones requeridas, se podrá asegurar el éxito de la producción masiva de plantas cítricas, debido a que todas sus fases deberán realizarse en condiciones protegidas. También es necesario contar con apoyo financiero debido a los altos costos de inversión, tal como ha ocurrido en otros países (Dibbern 2010a, Sandoval 2011, NAPPO 2015, Shih-Bon y Shiarn 2015).

2. Producción de plantas en viveros

En la producción de plantas sanas se requerirá del apoyo interdisciplinario de viveristas, ONPF, instituciones de investigación y educación, y organismos del estado y del cumplimiento indispensable de los requisitos de certificación. (Dibbern 2010a, Molina *et al*. 2013)

La producción de plantas sanas sería además una fuente de empleo en el sector, como señalan en Hansen y Heguiabeheri (2018), quienes al analizar los costos de producción de plantas en viveros protegidos, indican que 29 productores viveristas, con una superficie cubierta de 18.000 m^2, producen aproximadamente 108.420 plantas·$año^{-1}$ a una densidad promedio de 12 plantas·m^2. Los rubros más importantes de los costos variables corresponden al material de propagación, plantín (portainjerto) y la yema certificada (29,3 %); mano de obra no especializada (28 %) y sustratos y fertilizantes (27,3 %). Cada 1.000 plantas de cítricos bajo invernadero requieren 50 jornales por ciclo productivo de 2 años, y la comercialización de cada 6.000 plantas por año, haría rentable la generación de un empleo directo, o aproximadamente 12 empleos por cada hectárea.

Algunos autores como Mara y Peyrou (2010) señalan que los viveros instalados para la multiplicación y posterior producción comercial de estos materiales libres de enfermedades deberán estar aislados de la zona de producción, y se deberían concentrar y privilegiar la mayor cantidad de medidas de vigilancia sobre este material a través de un monitoreo continuo con las más eficientes técnicas de detección.

- **Uso de casas de cultivo o invernaderos**. Su uso es de vital importancia para garantizar los primeros años de producción de los materiales utilizados, con la calidad general y fidelidad genética requerida. Esto implica desde el uso y aplicación de las normas de bioseguridad para su producción, la supervisión constante de los entes fitosanitarios y el seguimiento de los materiales que se les haga a los lotes de producción. Deberán implementarse las normas de Buenas Prácticas Agrícolas en su desarrollo (Poisot *et al*. 2007).
- **Cambio en el uso de portainjertos**. Deberá implementarse el uso de portainjertos enanizantes adaptados a nuestras condiciones y evaluados previamente, que permitan el establecimiento de plantaciones con altas densidades de siembra, particularmente aquellos portainjertos producidos con tolerancia o resistencia a HLB.

- **Inversión, estructura de costos, rentabilidad y registros.** Se requerirán altas inversiones en infraestructura y personal capacitado para llevar a cabo la producción de plantas. Igualmente una visión gerencial y el establecimiento de registros de todas las actividades y sus costos asociados, tales como riego, fertilización, productos aplicados, supervisión fitosanitaria, diagnóstico molecular de las principales enfermedades transmisibles por injerto, así como el resto de buenas prácticas agrícolas, que permita llevar el seguimiento de las actividades realizadas a los efectos de la certificación, y del establecimiento de sus costos con transparencia. Al menos en el área de investigación, sólo en el Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas (CENIAP) del INIA, como señala Sánchez (2020), se requiere la recuperación del Campo Experimental, conjuntamente con el laboratorio de Biotecnología Agrícola, los invernaderos o casas de cultivo, la producción de vitroplantas para la reproducción de plantas agámicas y la recuperación de los bancos de germoplasma.
- **Apoyo financiero para la producción de plantas.** Las inversiones iniciales para la producción de plantas sanas son muy elevadas, bien sea con el modelo OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) de plantas fiscalizadas (Shih-Bon y Shiarn 2015), o bajo el esquema de producción de plantas certificadas. Se requiere de un tiempo aproximado de 3 años para empezar a generar ingresos por la venta; tomando en consideración la adquisición de semillas y varetas certificadas libres de enfermedades de países que cuenten con estos sistemas certificados (Bertalmío *et al*. 2012, Zamora-Rodríguez *et al*. 2016). Brasil es un caso exitoso en la producción de plantas certificadas libres de HLB, VTC y viroides, gracias a los apoyos gubernamentales a viveristas y productores (Dibbern 2010a, 2010b).
- **Supervisión fitosanitaria**. Se requerirá que el ONPF del país -en Venezuela, el INSAI- tenga Profesionales Fitosanitarios Autorizados (PFA) en la certificación de plantas de cítricos libre de HLB, CTV y viroides, que supervisen los diferentes pasos que se realizan en del área de producción de plantas, tanto fuera como dentro de los invernaderos, así como en los diferentes sistemas de producción, para asegurar el cumplimiento de la normativa específica de certificación que se adopte. Se requerirá la capacitación de personal y vehículos para movilización, y el apoyo de instituciones y organismos tanto públicos como privados para su realización. La supervisión implica la toma periódica de muestras para la aplicación de pruebas de PCR, para el chequeo periódico de la limpieza del material respecto a los patógenos mencionados anteriormente (Garza-Saldaña *et al*. 2017)

3. Productores citrícolas

El sector citrícola ha presentado una gran debilidad como consecuencia del bajo grado de integración entre los productores, así como la resistencia en algunos de ellos para la adopción de nuevas tecnologías. También se requiere mejorar las relaciones entre productores citrícolas y la industria procesadora. El nuevo paradigma de la producción de cítricas requerirá de un cambio radical en los sistemas de producción y prácticas agronómicas.

- **Manejo de altas densidades**. A partir de la adquisición de plantas sanas, para mayor producción por hectárea y la sustitución de plantas enfermas por plantas sanas, con las respectivas evaluaciones de campo. Hubo experiencias favorables en la zona de Nirgua (centro del país), donde se usó el citrumelo Swingle como patrón, con espaciamiento de 4 x 3,5 m. (Avilán y Ruiz 1999). La tendencia es que se sustituyan las distancias de siembra tradicionales por las que sigan los criterios modernos de manejo de huertos.
- **Tecnificación del cultivo.** Esto incluye 1) el uso de barreras rompe vientos con plantas no rutáceas para disminuir la incidencia o dispersión de insectos vectores en época de sequía, ya que existe un gradiente de mayor distancia de movimiento a favor del viento y otro gradiente de menor distancia en contra de los vientos dominantes (Mora-Aguilera *et al*. 2014). 2) La aplicación de la práctica de fertirrigación que deberá ser generalizada (Aular y Casares 2011). 3) La realización de análisis foliares anuales para determinar cuáles son los nutrientes que se encuentran en déficit o en exceso (Monteverde *et al*. 2018). 4) El manejo de las podas para reducir los tamaños de copa de las plantas, podas fitosanitarias para

disminuir el inóculo de diversas enfermedades en casos específicos, y erradicación para eliminar en forma temprana plantas con síntomas de HLB (o asintomáticas positivas mediante PCR). Estas operaciones dependen de factores como la variedad, la edad de la planta, vigor, hábitos de fructificación y condición de crecimiento (Chhetri y Kandel 2019).

Aular y Casares (2011) señalan pérdidas mayores al 30 % de las frutas debido al deficiente manejo post cosecha. Este valor implica que se deberá sistematizar la aplicación de los indicadores de cosecha, así como la selección y clasificación de los frutos, el correcto uso de embalajes y transportes, la aplicación de tratamientos fitosanitarios y de acondicionadores en caso necesario, así como mejorar la cadena de frío, a corto y mediano plazo.

- **Manejo adecuado de productos químicos y biológicos para control de plagas agrícolas**. Requerirá de la correcta planificación de aplicaciones, así como su uso eficiente en campo (Mora-Aguilera *et al*. 2014, NAPPO 2015, Monteverde *et al*. 2018). Esto implica por ejemplo, no aplicar insecticidas inmediatamente después de la liberación de parasitoides o depredadores; el uso de entomopatógenos cuando haya suficiente humedad relativa en el ambiente y con el uso de adherentes; la evaluación de control de las poblaciones del psílido posterior a la aplicación de medidas de control; y el cuidado en la aplicación durante épocas de floración, para no causar caída de flores o eliminación de polinizadores.
- **Uso de buenas prácticas agrícolas (BPA).** Este enfoque está basado en la posibilidad de abrir mercados al exterior, debido a que es un requerimiento necesario en el comercio internacional actual. Estas normas están basadas principalmente en la señalización, limpieza, almacenamiento adecuado de productos, manejo del personal, uso racional de productos químicos y biológicos cumpliendo los requisitos de inocuidad, tal como lo detallan Poisot *et al*. (2007).
- **Registros.** Será necesario llevar bitácoras y registrar todas las actividades de la Unidad de Producción para la planificación de actividades como señalan las BPA (Poisot *et al*. 2007). Asimismo, los productores, con la asesoría de los expertos técnicos (PFA) adscritos a, o en coordinación con las ONPF, deberían realizar el manejo regional y evaluar los datos recolectados. Por ejemplo, en Brasil el monitoreo de *D. citri* se publica en un sitio web, para que los productores tomen las acciones de control de la plaga en los sitios que rebasen el umbral económico. Los productores deben estar convencidos de la importancia de asociarse para lograr la disminución de las poblaciones del psílido asiático con aplicaciones coordinadas de insecticidas y entomopatógenos (NAPPO 2015).
- **Establecimiento de estructura de Costos de Producción.** La fruticultura en Venezuela se ha caracterizado por presentar deficientes sistemas de información en cuanto a producción, mercado y precio (Aular y Casares 2011). Es necesaria la estimación real de la estructura de los costos de producción y la inversión realizada, en función de la diversidad de sistemas de producción, los niveles de tecnificación y destino final de la producción, entre otros factores, con los registros respectivos de las actividades y sus costos directos e indirectos asociados. Implica además, la negociación de precios adecuados para la venta de mercado fresco y la agroindustria, para que sea rentable. Implica la figura de gerente o responsable de producción, responsable además de registrar todas las operaciones y establecer los costos, así como se lleva a cabo en fincas de cultivos anuales donde hay responsables por la siembra.
- **Zonificación de cultivos y organización de los citricultores.** Establecer áreas de desarrollo para cada región productora, utilizando aquellos cítricos con mejores ventajas comparativas y competitivas según la zona, tanto para abastecer el mercado nacional como el de exportación, fortaleciendo la capacidad organizativa y empresarial de los productores en esas zonas.

4. Agroindustria

Una de las debilidades que ha enfrentado el sector citrícola ha sido el poco grado de integración entre la industria y los productores agrícolas. Este aspecto es de vital importancia que debe ser abordado de forma apropiada por las partes involucradas, con una visión más estratégica y de nivel superior, y no

como una batalla de costos o el enfrentamiento entre ambos actores del sector citrícola, en función de satisfacer la demanda interna así como competir en mercados internacionales.

Se requiere el establecimiento de la estructura de costos reales de elaboración de jugos o bebidas, y determinar los nuevos precios en función de los verdaderos costos bajo las nuevas condiciones de producción de la materia prima en el campo. Asimismo, deberá realizarse financiamientos o convenios de producción como se hacen en otros rubros (cupos), por medio de asociaciones con los productores a modo de otorgar financiamientos para el desarrollo de los cultivos, que para su mejor manejo y rentabilidad deberán ser de grandes extensiones.

Guerrero (2018) señala que anteriormente las empresas podían financiar directamente proyectos en universidades y centros de investigación en Venezuela. Por ejemplo, en 2007, Multi Fruit C.A., y la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), elaboraron un proyecto para producir plantas de naranjo certificadas, donde la empresa aportaría los fondos requeridos provenientes del 0,5 % de su producción, basados en el marco de la Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación (LOCTI). Sin embargo, con el cambio de legislación en el 2008, se exigió a las empresas aportar el 0,5 % de sus ingresos a un fondo nacional manejado a discreción y el proyecto se detuvo.

Nuestra situación es comparable a la de Colombia, con condiciones muy similares a las nuestras, con factores que limitan la competitividad del sector, tales como la falta de escalas comerciales significativas (ausencia de generación de volumen de oferta constante), la alta dispersión geográfica de la producción, la falta de gestión empresarial y poco desarrollo tecnológico. Asimismo, Colombia no cuenta con las variedades ni calidades adecuadas, la oferta exportable no es continua e igualmente deben superar problemas de empaque y presentaciones, investigación y transferencia de tecnología en la fase agrícola y agroindustrial. Este sector en Colombia enfrenta problemas con el suministro de materia prima que no se ajusta a sus requerimientos, ni en calidad, ni en precios, y que además enfrenta problemas de localización, supliéndose en gran parte con materia prima importada (Aguilar *et al*. 2012).

Brasil, en cambio, cuenta con un sector industrial muy grande que apoya al sector productivo como su fuente de materia prima, no hay una marcada necesidad de campañas oficiales porque la implementación del manejo ha venido desde el sector industrial. Grandes empresas promueven y aplican una estrategia de eliminación de plantas en forma voluntaria, advirtiendo la gran importancia de eliminar el inóculo, un concepto epidemiológico reconocido y aplicado por estos productores. Aun así, el aporte estatal resulta importante para productores que no están asociados a la gran agroindustria (Santivañez *et al*. 2013).

5. Entes gubernamentales y privados relacionados al sector

En esta área se incluyen como entes gubernamentales a las alcaldías, gobernaciones, ministerios de agricultura, ambiente, comercio, industria, entre otros. Se requiere tener un solo plan conjunto a modo de poder coordinar todas las actividades relacionadas con los productores y agroindustria hacia un solo rumbo, y no haya divergencias en la dirección de los diferentes planes de desarrollo. Es importante también la elaboración o modificación de leyes (como la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación LOCTI, por ejemplo) para permitir el financiamiento por parte del sector industrial a los productores e institutos de investigación, y el acceso directo a financiamiento externo para el impulso de esta área.

Se requiere crear fuentes de crédito y acompañamiento a productores y otros actores de la cadena, tanto en los aspectos técnicos como en los procesos de gestión de créditos, y lograr que un mayor número de productores sean beneficiados.

El manejo regional del HLB requiere un enfoque multifacético que abarque aspectos sociales, económicos, operativos, epidemiológicos y biológicos, con la formación de un grupo técnico de trabajo del HLB en cada estado o región, compuesto por representantes de las entidades, instituciones, ONPF y organizaciones pertinentes para guiar los esfuerzos de manejo en la región (gobierno, representantes de la cadena y de la industria citrícola, asociaciones de productores, empacadores y exportadores, asociación de procesadores de cítricos, asociación de viveristas certificados e instituciones que realicen investigación en cítricos (Santivañez *et al*. 2013, NAPPO 2015).

El grupo técnico de trabajo contra el HLB, apoyaría el cumplimiento de normas y todo lo relacionado con el manejo regional del psílido asiático de los cítricos y la bacteria. La implementación de umbrales económicos, el uso racional y la rotación de los productos autorizados reducirá la resurgencia de plagas secundarias y la resistencia de *D. citri* en las diferentes regiones citrícolas del país. El grupo también participaría en la capacitación de los interesados (productores, personal técnico, extensionistas de diferentes niveles).

El tipo de sistema de producción de cítricos requiere de continuidad en los lineamientos que se establezcan por un mínimo de cinco o seis años, en virtud del tipo de cultivo perenne y solo se puede trabajar en función de mejoras a los planes establecidos que se utilizan a nivel internacional, pero adaptados a nuestras condiciones. Los cambios de autoridades gubernamentales, no podrán significar cambios bruscos en las políticas de manejo y comercialización planificadas previamente.

6. Acceso a mercados internacionales

Aparte de la necesidad perentoria de satisfacer la demanda interna de cítricos en el país, se requiere además conquistar nuevos mercados en el exterior para generar mayores ingresos al sector citrícola. Es imprescindible tener la información sobre las características de los mercados internacionales, en cuanto a oferta temporal, presentaciones, calidades, variedades y normas técnicas y de calidad, que proporcionen mejor conocimiento para el desarrollo de nuevos mercados. El Estado debe proveer las condiciones necesarias para el desarrollo del sector, especialmente en el tema de servicios de investigación y desarrollo, apoyo a inversiones, promoción de calidad, financiación, crédito e infraestructura, incentivos, certificación y prácticas ambientales, con estudios como los realizados en Colombia para el conocimiento y actualización de los mercados internacionales (Ramírez *et al*. 2014).

En 2017, empresas venezolanas lograron exportar 150.000 t de frutas cítricas y productos derivados a Europa del Este, recabando 1.000 millones de dólares, que debieron haber retribuido el 20 % de esas divisas al país (Freshplaza 2018). El futuro del sector está en la especialización de la oferta regional siguiendo el patrón de ventajas comparativas y competitivas para desarrollar nichos productivos con vocación exportadora y a todo tipo de mercados.

7. Instituciones de investigación, transferencia y educación

Como señala Santivañez *et al*. (2013) el desarrollo de capacidades debe estar orientado a la vigilancia, manejo de bases de datos, diagnóstico, análisis de riesgo, diseño e implementación de medidas ante la aparición de focos de la enfermedad y el vector, entre otras que fortalezcan la gestión. A nivel institucional, los servicios de sanidad vegetal y los organismos subregionales afines deben estar respaldados por políticas gubernamentales que les permitan contar con estructuras operativas específicas para el manejo y control del HLB con recursos humanos y financieros, necesarios para la implementación de medidas tendientes al control progresivo de la enfermedad.

En el ámbito social, el desarrollo de capacidades debe estar orientado principalmente a involucrar y crear conciencia sobre el HLB, especialmente lo referido a vigilancia en la aparición de focos de la enfermedad y el vector. En las instituciones académicas e investigación, el desarrollo y la transferencia de capacidades deben estar orientados a fortalecer el manejo del HLB, tomando en cuenta que requiere los recursos financieros e infraestructura necesaria para desarrollarla. La limitada disponibilidad de algunos recursos, como laboratorios de diagnóstico o centros de investigación, implica actualizar la identificación de las necesidades de investigación a nivel nacional para atenderlas y superar los problemas identificados como prioritarios.

En función a todo lo planteado, y de las características propias del sector citrícola nacional, las líneas prioritarias de investigación deberían estar relacionadas con: 1) evaluación de prácticas de manejo agronómico y de portainjertos y copas para uso de alta densidad de siembra, y sus efectos en los rendimientos para los diferentes rubros; 2) estudios en el área sobre el vector y la enfermedad (HLB): fluctuación poblacional del insecto, control químico y biológico, períodos de protección e impacto en los polinizadores, épocas de aplicación, eficacia, métodos de detección de la bacteria, inducción de resistencia a la misma. 3) recuperación y evaluación bajo ambiente protegido de los Bancos de germoplasma así como evaluaciones para la selección de materiales resistentes o tolerantes. 4) la Implementación del uso de Buenas Prácticas

Agrícolas (BPA) según las condiciones de cada región o finca en producción. 5) Evaluación de las estructuras de costos, según los sistemas de producción, con sus niveles de tecnificación y mercadeo.

DISCUSIÓN

La situación que presenta nuestra citricultura es particular y diferente al resto de los países afectados por el HLB. La actual coyuntura requiere de una nueva visión a mediano y largo plazo dentro del sector, que aglutine esfuerzos entre los diferentes entes relacionados para la búsqueda de financiamiento tanto nacional como internacional.

Es prioritaria la implementación de políticas de Estado en el área citrícola para la implementación y adecuación a nuestras condiciones de las medidas aplicadas con éxito en otros países, en este sector tan importante desde los puntos de vista social y económico para Venezuela.

La inversión inicial para un productor de cítricos será elevada, en función del costo que representarán tanto la adquisición de plantas fiscalizadas o certificadas, como la aplicación de medidas de manejo y tecnificación del cultivo. Para compensar el endeudamiento deberá contar con ingresos alternativos para poder esperar los 2 a 3 años antes que las plantas empiecen a producir.

El manejo del HLB en la citricultura, como se ha señalado, requiere el uso de material vegetal libre de la bacteria causante del HLB y otras enfermedades. El bastión fundamental de la citricultura en el país será obligatoriamente contar con la producción de plantas sanas, fiscalizadas o certificadas, para el reinicio de las áreas de producción.

La producción de plantas bajo este enfoque deberá dirigirse a empresas que puedan abaratar costos con producciones masivas de plantas sanas y ubicadas relativamente cerca de las áreas de producción para minimizar costos de transporte con la debida protección al respecto, como el uso de cavas o cubiertas de plástico para evitar contaminación con el vector durante el traslado de las plantas.

Un aspecto necesario será llevar registros sistemáticos de producción, manejo de las plantas y calidad de los procesos que se lleven a cabo, como indican las BPA (Poisot *et al*. 2007, Citricauca 2014), lo cual implica un cambio de mentalidad hacia el manejo gerencial de las unidades de producción, enfocado a satisfacer la demanda nacional e internacional, tomando en cuenta los aspectos discutidos en el aparte sobre la nueva visión del negocio citrícola y el liderazgo respectivo entre los diferentes actores que forman parte del sector.

Se deberá establecer un censo de los productores de cítricos que aún permanezcan cuando se reinicie todo el plan de producción en tiempos de HLB, para determinar los productores existentes, establecer áreas piloto según las posibilidades de desarrollo y las factibilidades de producción según la zona y las condiciones agroecológicas; las capacidades tecnológicas y de inversión que pueda realizar el productor, así como posibles fuentes de financiamiento, para ayudar en los primeros años con los costos de la inversión inicial para los productores.

La agroindustria necesita abastecerse de materia prima que compita en calidad y precio con el producto importado, lo cual requiere que la producción nacional produzca a precios competitivos, con el manejo apropiado de las plantaciones, uso racional y acceso a los insumos en forma oportuna, y disminuya la percepción del riesgo de los productores, con estructuras de costos transparentes que respalden las negociaciones de precios con la industria en el marco de comités tripartitos donde participe el gobierno, de la cual surgirán los acuerdos con los productores para proteger la inversión de los agricultores y asegurar el cumplimiento de los contratos de la producción destinada a procesamiento.

El liderazgo asumido por los diferentes actores del sector citrícola y la continuidad en las líneas de trabajo, son fundamentales para mantener el desarrollo a través del tiempo en las áreas de producción de plantas, producción de frutos, comercialización, industria e investigación en el sector, junto a los entes gubernamentales. Se debe asumir una visión de desarrollo a largo plazo del negocio citrícola que incluya la responsabilidad social y que establezca relaciones sinérgicas con la población relacionada al rubro.

Para incursionar en los mercados externos se deberá contar con las variedades y calidades adecuadas, ofrecer continuidad en la oferta exportable y mejorar los problemas de empaque, presentaciones, barreras técnicas y fitosanitarias. Será necesario abrir

mercados para exportación, implicando la asociación con empresas exportadoras para el estudio de mercados, variedades solicitadas y posibilidades de siembra en las diferentes áreas citrícolas de Venezuela. La zona central del país cuenta con acceso cercano a puntos de exportación por los puertos de Carabobo y La Guaira, los Andes con acceso al mercado andino vía terrestre, y la zona oriental, con la posibilidad de exportación a través de Guanta y Sucre. Asimismo, en la zona de Bolívar y Ciudad Guayana con acceso al océano Atlántico por el delta del Orinoco o por tierra a la zona norte de Brasil. La exportación además incluiría la búsqueda de calidad de fruto para mercado fresco según los estándares internacionales.

Por otro lado, está el aprovechamiento de valor agregado de la producción por medio de la inversión bien sea por los propios productores o empresas asociadas para la extracción de concentrado del jugo, aceites esenciales de cítricos, producción de insecticidas o repelentes orgánicos naturales y una serie de derivados de la producción citrícola, a manera de sacar el máximo provecho a la producción de cítricos.

CONCLUSIONES

Hay que entender la enorme tarea que significa el cambio que requerirá el sector citrícola, en ese sentido se resaltan los aspectos más importantes a considerar:

Establecimiento de la estructura para la producción de plantas fiscalizadas (3 años) o certificadas (mínimo de cinco años), así como el desarrollo del cultivo en el campo (3 años) hasta la producción comercial. Las primeras plantas en producción tardarían seis años aproximadamente, luego de iniciado el plan.

Disponibilidad de altas inversiones financieras para dar inicio a la producción de plantas fiscalizadas. Posteriormente, inversiones iniciales altas dirigidas a los productores citrícolas para el inicio de las siembras piloto y siembras comerciales con estas plantas sanas, aunado al manejo del cultivo. El retorno de los ingresos en la producción de plantas así como en la producción comercial de frutos sería de 3 años aproximadamente. Los productores deberían contar con incentivos financieros.

Cambios en el manejo de los sistemas de producción y mentalidad de trabajo en su desarrollo. La implementación de estrategias de manejo integrado del cultivo será imprescindible para mantener el negocio citrícola.

Las plantaciones deberán estar bajo supervisión fitosanitaria, para que estas parcelas no se conviertan posteriormente en focos de infección, o de daño a otras plantaciones.

El plan de desarrollo del sector, deberá visualizar la tasa de re-establecimiento o crecimiento del sector, la composición de los rubros, los patrones de consumo y la evolución a nuevos productos de consumo junto al sector industrial.

Debe considerarse la apertura a mercados foráneos específicos de alto valor particular como tangelos, o variedades que soliciten nichos específicos en países importadores, con la participación de economistas y especialistas en el área. La demanda mundial de productos cítricos continuará creciendo para superar el déficit de la oferta ocasionada por la pandemia de HLB, y las perspectivas a largo plazo para los citricultores son positivas para nuestro país.

El desarrollo de la capacidad exportadora será fundamental para el sector y solo se dará sobre la base de un complejo de productores organizado, una estructura agroindustrial empresarial eficiente y políticas gubernamentales de apoyo al sector.

La dramática coyuntura que ha afectado al área citrícola del país, deberá ser vista como la gran oportunidad para el resurgimiento del sector, y darle a nuestros agricultores y a las generaciones por venir, una citricultura próspera para el bien de Venezuela.

LITERATURA CITADA

Aguilar, P; Escobar, M; Quijano, C; Pássaro, P. 2012. Situación actual de la cadena de cítricos en Colombia: limitantes y perspectivas (en línea). *In* Garcés, L. (ed.). Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización. Corporación Universitaria Lasallista, Serie Lasallista Investigación y Ciencia. p. 6-45. Consultado 3 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3oDS8DP. ISBN: 978-958-8406-17-6.

Aguilera V. 2016. Enfermedades fúngicas de los cítricos en Panamá. Estudio particular de la mancha grasienta causada por *Mycosphaerellaceae* (en línea). Tesis Dr. Universidad Politécnica de

Valencia, España. 226 p. Consultado 3 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pDc0Ip

Albrecht, U. 2017. Rootstocks and HLB tolerance – another perspective (en línea). Citrus Industry August 2017. p. 20-23. Consultado 15 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pDc0Ip

Arenas, F; Hervalejo, A. 2012. Primeras experiencias del sistema de cultivo superintensivo en cítricos (en línea). Dossiers cítricos. Vida Rural. p. 36–40. Consultado 2 ago.2020. Disponible en https://bit.ly/2LlzsuU

Aubert, B. 2009. Nueva amenaza sobre los cítricos del Mediterráneo El Huanglongbing, El HLB en 16 preguntas (en línea). FruiTrop. Edición española. Edición especial - Junio 2009 N° 168. p. 1–7. Consultado 22 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3nqC6N3

Aular, J; Casares, M. 2011. Consideraciones sobre la producción de frutas en Venezuela (en línea). Revista Brasileira Fruticultura 33:187-198. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3rddDNi

Avilán, L; Leal, F; Dorante, I; Rodríguez, M, Ruiz, J; Trejo, J. 1999. Caracterización y fenología de las mandarinas y similares de la colección del FONAIAP. Serie A N° 14. FONAIAP. Venezuela. 52 p.

Avilán, L; Ruiz, J. 1999. 70 toneladas de naranjas por hectárea en la citricultura nacional. ¡Una realidad! FONAIAP Divulga 61:1-4.

Bernstein, J. 2020. UC Riverside discovers first effective treatment for citrus-destroying disease (en línea). Riverside News. Riverside, California, Estados Unidos de América. 7 jul. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XfFq2Q

Bertalmío, A; Maeso, D; Sanguinetti, G; Fontán, G; De los Santos, M; Borde, J; Montes, F; Colina, R; Rivas, F. 2012. Saneamiento y Certificación de Cítricos (en línea). Revista INIA 31:49–53. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XfFq2Q

Bowman, K; McCollum, G; Albrecht, U. 2016. Performance of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) on 17 rootstocks in a trial severely affected by huanglongbing (en línea). Scientia Horticulturae 201:355–361. Consultado 3 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pXodHL

Castle, W. 2010. A career perspective in citrus rootstocks, their development and commercialization (en línea) HortScience 45(1):11-15. Consultado 2 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3jacCCZ

Castle, W; Bowman, K; Grosser, J; Ferrarezi, R; Futch, S; Rogers, S. 2020. Florida Citrus Selection Guide (en línea). 4 ed. Publication N° SP248. University of Florida, IFAS Extension. Gainesville, Florida. 4 p. Consultado 1 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3byORma

Castro, B; Timer, L; Leguizamón, J; Müller, G; Corrales, J. 2000. Enfermedades de los cítricos en Colombia (en línea). Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola. 101 p. Consultado 6 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/36Av96o

Cermeli, M; Morales, P; Godoy, F. 2000. "Presencia del Psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela". Boletín de Entomología Venezolana 15(2):235-243.

Cermeli, M; Morales, P; Godoy, F. 2005. Presencia del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) en Venezuela. *In* Taller Resultados de Investigación en Frutales: cítricos, aguacate, mango y musáceas. INIA-CENIAP. Maracay, Venezuela. Publicación Especial N° 5:54-57.

Cermeli, M; Morales, P; Perozo, J; Godoy, F. 2007. Distribución del psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera, Psyllidae) y presencia de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera, Eulophidae) en Venezuela (en línea). Entomotropica 22(3):181-184. Consultado 6 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/39Hmoct

Chhetri, L; Kandel, B. 2019. Intensive Fruit Cultivation Technology of Citrus Fruits: High Density Planting: A Brief Review (en línea). Journal of Agricultural Studies 7(2):63–74. Consultado 3 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3rfPCFw

Citricauca (Asociación de citricultores de Colombia). 2014. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en cultivos de cítricos en el Suroeste antioqueño

(en línea). 154 p. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/2NX0RnI. ISBN 978-958-8668-07-9.

Citrus Industry News. 2020. New Citrus Greening Treatment Shows Promise (en línea). Industry News Release, Research Citrus Industry, Florida, EEUU. 6 May. Consultado 13 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3rt00Kf

De Freitas, J. 2020. La producción de cítricos en Venezuela podría caer un 90 % (en línea). Diario El Universal, Caracas, Venezuela. 27 feb. Consultado 13 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3b7wVPq

Dibbern, C. 2010a. Los viveros de cítricos en Brasil. *In* Taller Regional sobre viveros de cítricos. Viveros de cítricos en el contexto fitosanitario actual (en línea). Red Interamericana de Cítricos RIAC e Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, La Habana, Cuba. p. 73-91. Consultado 13 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3np7Kul

Dibbern, C. 2010b. Rol de los viveros cítricos en la estrategia para el manejo de HLB (en línea). California Citrus Quality Council. 16 p. Consultado 13 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/35drxGB

Dutt, M; Grosser, J. 2017. Progress on engineering HLB-tolerant/resistant citrus (en línea). Citrus Industry November 2017. p. 8–12. Consultado 3 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3oUbBQQ

El Nacional. 2018. 2018 será el peor año para el cultivo de naranjas (en línea). Diario El Nacional, Caracas, Venezuela. 3 abril. Consultado 3 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38fKFWs

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2020. Datos de producción de cultivos por país FAOSTAT (en línea). Consultado 3 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3oi672N

Fermín, G; Briceño, A; Ely, F; Cedeño, L; Aranguren, Y; Valecillos, C. 2009. Citrus Cultivation in Venezuela. Tree and Forestry Science and Biotechnology 3(1):152-163.

Freshplaza. 2018. Venezuela exportó 150.000 t de cítricos en 2017 (en línea). Freshplaza, Madrid, España. 1 feb. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pLveLq

Fusagri (Fundación Servicio para el Agricultor, Venezuela). 1981. Plantas madres de cítricas libres de virus. Noticias Agrícolas: IX(24):106-108.

García, C. 2009. *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemíptera: Psyllidae), vector de la bacteria que causa el Huanglongbing (HLB – Greening) (en línea). Consultado 13 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/35drESx

Garza-Saldaña, J; Varela-Fuentes, S; Gómez-Flores, W. 2017. Métodos para la detección presuntiva de Huanglongbing (HLB) en cítricos (en línea). Ciencia UAT 11(2):93-104. Consultado 3 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3cC4tWF

González, L; Tullo, C. 2019. Guía técnica cultivo de cítricos (en línea). FCA- UNA San Lorenzo, Paraguay. 80 p. Consultado 26 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3oOb9Di

González, S; Roberto, L. 2019. Guía técnica cultivo de cítricos (en línea). FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay. 80 p. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2YAcvae

Grosser, J. 2020. Rootstock Offers High Hopes for HLB tolerance maybe resistance rootstocks (en línea). Citrus Industry News. Florida, EEUU. 20 jul. Consultado 10 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/38eBsgV

Guerrero, Y. 2018. El ataque del dragón amarillo (en línea). Prodavinci, Caracas, Venezuela. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/38fAMYG

Hansen, L; Heguiabeheri, A. 2018. Análisis económico de la producción de plantas cítricas en contenedor bajo invernadero (en línea). San Pedro, Buenos Aires, Argentina, INTA. 9 p. Consultado 14 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/38eBFAJ

Hussain, S; Rao, J; Anjum, A; Ejaz, Sh; Umar, U; Ali, A; Khalid, F; Ercisli, S; Zia Ul Haq, S; Ahmad, Sh; Hasan, S. 2019. Effect of different combinations of antibiotics on fruit quality and antioxidant defense system in Huanglongbing infected Kinnow orchards (en línea). AMB Express 9:147.

Consultado 1 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/ftc5

INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral, Venezuela). 2017. Providencia Administrativa N° 046/2018 mediante la cual se establece las medidas y los procedimientos fitosanitarios para la prevención, control y contención de la enfermedad denominada Huanglongbing (HLB) (en línea). Gaceta Oficial de Venezuela N° 41.248. 02 oct. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/38I8iHy

Kondo, T. 2017. Protocolo de cría y liberación de *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae)(en línea). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). 128 p. Consultado 3 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/39RoV4d

Lee, R. 2009. Programas de certificación para cítricos (en línea). Concitver, México. 15 p. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2L2xAqI

León, G; Kitajima, E; Freitas, J. 2006. Diagnóstico y Recomendaciones de manejo para la Leprosis de los Cítricos (en línea). Publicación CORPOICA-MADR. Boletín Técnico N° 47. 24 p. Consultado 22 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3rlz26X

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1960. Resolución N° AG-379 mediante la cual se prohíbe la importación de toda planta cítrica así como la de sus frutos, estacas, y yemas. Gaceta de la República de Venezuela N° 26.432. 14 dic. 2 p.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1978. Resolución N° 256 mediante la cual se crea la Comisión Nacional Fitosanitaria de las Cítricas. Gaceta de la República de Venezuela N° 31.539. 31 jul. 4 p.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1980. Resolución N° 307 mediante la cual queda prohibido en todo el territorio nacional la siembra de naranja agria o cajera. Gaceta de la República de Venezuela N° 32.043. 14 ago. 2 p.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1983a. Resolución N° 107 mediante la cual se establecen los servicios de certificación de plantas cítricas. Gaceta de la República de Venezuela N° 32.677. 3 mar. 5 p.

MAC (Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela). 1983b. Resolución N° 106 mediante la cual se dictan las normas que regirán las actividades relacionadas con plantas cítricas que se utilicen en la propagación con fines de siembra comercial y ornato. Gaceta de la República de Venezuela N° 32.680. 08 mar. 4 p.

Mara, H; Peyrou, M. 2010. La citricultura de Argentina y Uruguay puede escapar a la amenaza del HLB (en línea). Informe Ejecutivo de Consultoría. Montevideo, Uruguay, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable. Consultado 2 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pOZxRF

Marys, E; Rodríguez-Román, E; Mejías, R; Mejías, A; Mago, M; Hernández, Y. 2020. First report on molecular evidence of *Candidatus* Liberibacter asiaticus associated with citrus Huanglongbing in Venezuela (en línea). Journal of Plant Pathology 102:1333. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/fn7j

Mateus-Cagua, D; Ordúz-Rodriguez, J. 2016. Efecto de distancias de plantación sobre el rendimiento y crecimiento vegetativo de la naranja 'Valencia' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia (en línea). Orinoquia 20(1):19–27. Consultado 22 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/39KHk2g

McManus, P. 1999. Uso de antibióticos en el control de enfermedades de las plantas (en línea). Enfermedades Infecciosas y Microbiología 19(4):192-6. Consultado 3 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2YWKZ7f

Molina, N; Beltrán, V; Carcaño, F. 2013. Costos de producción de viveros cítricos bajo cubierta (en línea). INTA. Hoja de divulgación N° 37. 9 p. Consultado 3 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2YDuKeV

Monteverde, E; Rondón, A; Figueroa, M. 1977. Proyecto de certificación de árboles cítricos como fuente de yemas libres de virus. Publicación Miscelánea. N° 4. Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA). 20 p.

Monteverde, E. 1987. Uso de yemas de árboles cítricos seleccionados como medio de elevar la productividad de los huertos. Carta Agrícola 9(1):3-4.

Monteverde, E; Laborem, G; Ruiz J; Espinoza, M; Guerra, C. 1996. Evaluación del naranjo Valencia sobre siete patrones en los valles altos Carabobo-Yaracuy, Venezuela. Agronomía Tropical 46(4):371-393.

Monteverde, E. 1999. El germoplasma de cítricos del CENIAP y la producción de cítricos libres de virus y viroides. *In* Taller Resultados de Investigación en frutales: cítricos, mango, aguacate y musáceas. Publicación Especial N° 5:7-13.

Monteverde, E; Reyes, F; Laborem, G; Ruiz, J; Guerra, C; Rodríguez, M; Marín, C. 2000. Investigaciones para el mejoramiento de los cítricos en Venezuela. FONAIAP, Boletín Serie D-43. 43 p.

Monteverde, E; Rangel, E. 2004. El Servicio Nacional de Certificación de Plantas de Cítricos. I. Historia. 2004. INIA Divulga 1:50-56.

Monteverde, E. 2014. Evaluación de portainjertos para cítricos en Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Publicación N° 56. 66 p.

Monteverde, E; Rangel, E; Morales, P. 2018. Manejo de los huertos de cítricos en presencia de Huanglongbing. INIA Divulga 41:25–31.

Mora-Aguilera, G; Robles-García, P; López-Arroyo, J; Flores-Sánchez, J; Acevedo-Sánchez, G; Domínguez-Monge, S; Gutiérrez-Espinosa, A; Loeza-Kuk, E. 2014. Situación Actual y Perspectivas del Manejo del HLB de los Cítricos (en línea). Revista Mexicana de Fitopatología 32(2):108-119. Consultado 3 de ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/36GpBHy

Morales, P; Fonseca, O; Noguera, Y; Cabañas, W; Ramos, F; Escalona, E; Rosales, L; Cermeli, M; Salas, B; Sandoval, E. 2010. Evaluación del ciclo de vida del psílido asiático de los cítricos en cinco plantas hospederas (en línea). Agronomía Tropical 60(3): 283-286. Maracay, Venezuela. Consultado 03 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2MOIMb6

Morales, P. 2017a. Informe Técnico sobre inspección Realizada en Las Fincas Aguirrito y San Manuel, municipio Montalbán del Estado Carabobo el 22 de febrero. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Gerencia de Investigación, Maracay. 14 p.

Morales, P. 2017b. Informe técnico sobre el insecto *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psylidae), vector de la bacteria *Candidatus* Liberibacter spp., causante de la enfermedad conocida como Greening, o Huanlongbing en cítricas a nivel mundial. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Gerencia de Investigación, Maracay. 15 p.

Morales, P. 2017c. Informe sobre la revisión de la norma: "Programa para detección, prevención, manejo y control de Huanglongbing de los cítricos, causada por la bacteria *Candidatus* Liberibacter spp. para la República Bolivariana de Venezuela". Instituto de Salud Agrícola Integral. 27 p.

Morales, P; Sánchez, MC; Cermeli, M. 2017. Plagas de los cítricos en Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay, Venezuela. 42 p.

Morales, P; Schmidt A. 2016. Informe técnico sobre sospecha de HLB en muestras de plantas de naranja provenientes de ramas de árboles de naranja 'Valencia', Parcela 33 Colonia Guayabita. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Gerencia de Investigación, Maracay. 8 p.

MPPAT (Ministerio del Poder Popular para la agricultura y Tierras, Venezuela). 2017. Resolución DM/N°022/2017. Actualización de lista de plagas reglamentadas para la República Bolivariana de Venezuela (en línea). Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6.302. 48 p. 1 jun. Consultado 6 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ikfEnF

NAPPO (North American Plant Protection Organization, Canadá). 2012. Protocolos de diagnóstico de la NAPPO PD 02 Huanglongbing de los cítricos (en línea). Secretaría de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas. Canadá. 11 p. Consultado 6 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XceCjG

NAPPO (North American Plant Protection Organization, Canadá). 2015. Manejo del Huanglongbing y de su vector, el psílido asiático

de los cítricos, *Diaphorina citri* (en línea). Grupo de expertos en cítricos de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO), en colaboración con otros expertos de Brasil, Estados Unidos y México. 28 p. Consultado 6 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/38j6Mv8

Piña, G; Laborem, G; Monteverde, E; Magaña-Lemus, S; Espinoza, M; Rangel, L. 2006. Crecimiento, producción y calidad de frutos en el limero 'Persa' sobre 11 portainjertos. Agronomía Tropical 56(3):443-448.

Piña, G; Morales, P; Rangel, E. 2017. Informe sobre la norma: "Anexo 3: Protocolo para la toma de muestras en plantas con posible presencia de Huanglongbing del programa para detección, prevención, manejo y control de Huanglongbing de los cítricos, causada por la bacteria *Candidatus* Liberibacter spp. para la República Bolivariana de Venezuela". Instituto de Salud Agrícola Integral. 5 p.

Plaza, G; Lastra, R; Martínez, JE. 1984. Incidencia del virus de la tristeza de los cítricos en Venezuela (en línea). Turrialba 34(2):125-128. Consultado 6 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2YLR1r0

Poisot, A; Speedy, A; Kueneman, E. 2007. Good Agricultural Practices a working concept (en línea). Background paper for the FAO Internal Workshop on Good Agricultural Practices. FAO GAP Working Paper Series N °5. 41 p. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2XdS5TR

Polanco L.; Alvarado O.; Pérez O.; González R.; Olivares E. 2019. Hongos asociados con la muerte regresiva de los cítricos en Nuevo León y Tamaulipas, México (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(4):757–764. Consultado 2 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2YByiyr

PRSCIPF (Plataforma regional de sanidad, calidad e inocuidad de la Producción Frutícola, Centroamérica y el Caribe). 2012. Guía técnica para la producción de material vegetativo de cítricos de alta calidad (en línea). OIRSA, El Salvador. 44 p. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3s5pazJ

Ramadugu, Ch; Keremane, M; McCollum, T; Hall, D; Roose, M. 2016. Developing Resistance to HLB (en línea). Citrograph Magazine. p. 46–51. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3hIq408

Ramírez, J; Ordóñez, P; Narváez, E; Pinzón, S; Martínez, F; Murcia, N; Salazar, S. 2014. Principales características y tendencias del mercado de cítricos en Colombia (en línea). Corpoica. 84 p. Consultado 6 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/fpzt

Rattanpal, H; Singh, G; Singh, S; Arora, A. 2017. Citrus cultivation in Punjab (en línea). Department of fruit science Punjab Agricultural University, Ludhiana. 123 p. Consultado 14 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3b9h7vy

Reyes, F; Monteverde, E; Laborem, G; Escalona. 1992. Programa de certificación de plantas cítricas en Venezuela. Fonaiap Divulga IX(41):6-9. MAC-FONAIAP. Maracay, Venezuela.

Rodríguez, G; Leal, F; Naranjo, B. 2012. Situación actual de los cultivos frutales de mayor importancia en Venezuela. Edición Especial del Alcance. Revista de la Facultad de Agronomía 34:207–221.

Rodríguez, M. 2020. Producción de cítricos en Venezuela caerá rigurosamente en este 2020 (en línea). Diario El Impulso, Barquisimeto, Venezuela. 27 feb. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3ncnyjH

Sáenz, C; Osorio, E; Estrada, B; Poot, W; Delgado, R; Rodríguez, R. 2019. Principales enfermedades en cítricos (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10(7):1653–1665. Consultado 2 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3rlfYWI

Salazar, E; Marín; Morales P; Rosales, LC. 2007. Uso de PCR para la detección de *Liberobacter* sp. en *Diaphorina citri* colectadas en Venezuela. 6 Congreso Internacional BIOVEG. 2007. Ciego de Ávila, Cuba. p. 23- 28.

Salcedo, F; Suniaga, M; Rivero, B. 2001. Efectos del sistema de siembra en el desarrollo de plantas de naranja criolla de Caripe (*Citrus sinensis* Osb) para patrones en Caripe, estado Monagas. Resúmenes 8 Congreso Nacional de Frutales. Maracay, Venezuela. p. 88.

Sánchez, A. 2020. A propósito del relanzamiento de la Gran Misión AgroVenezuela. Un planteamiento sobre la semilla, los planes de siembra

y la investigación agrícola (en línea). Aporrea. Venezuela 6 ago. 2020. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2MpWyR5

Sandoval, J. 2011. Paquete Tecnológico Cítricos. Producción de planta certificada en vivero (en línea). Programa estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur – Sureste de México: Trópico Húmedo 2011. INIFAP. 15 p. Consultado 22 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/39Rr001

Santivañez, T; Mora, G; Díaz, G; López, J; Vernal, P. 2013. Citrus Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe (en línea). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Santiago de Chile. 60 p. Consultado 14 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/2JMj5Xm

Santos, J; Coraspe, H. 2015. Cítricos rubro de importancia en el estado Trujillo. INIA Divulga 32:5–8.

Schaad, N; Postnikova, E; Lacy, G; Fatmi, M; Chang, C. 2004. *Xylella fastidiosa* subspecies: *X. fastidiosa* subsp *piercei*, subsp. nov., *X. fastidiosa* subsp. *multiplex* subsp. nov., and *X. fastidiosa* subsp. *pauca* subsp. nov. (en línea). Systematic Applied Microbiology 27(3):290-300. Consultado 14 ago. 2020. Disponible en https://doi.org/fwv5xx

Serpa, D. 1978. 'Cleopatra' una alternativa. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA). Escuela de Agronomía. Departamento de Agricultura. Cátedra de Fruticultura. Dirección de Extensión Universitaria. 28 p.

Shih-Bon, H; Shiarn, A. 2015. Protocolo para la producción de plantas sanas de cítricos (en línea). Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA. San Salvador, El Salvador. 70 p. Consultado 10 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pQxy3R

Solórzano, E; Tortolero, J. 2005. Evaluación del mandarino 'Dancy' (*Citrus reticulata* Blanco) sobre diez portainjertos en Salmerón, estado Miranda. *In* Taller Resultados de Investigación en Frutales: cítricos, aguacate, mango y musáceas. Publicación Especial N° 5:16-24.

Teixeira, DDC; Saillard, C; Eveillard, S; Danet, JL; Costa, PID; Ayres, AJ; Bové, J. 2005. '*Candidatus* Liberibacter americanus', associated with citrus huanglongbing (greening disease) in São Paulo State, Brazil (en línea). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 55(5):1857-1862. Consultado 28 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/cssb4g

Trinidad-Cruz, JR; Rincón-Enríquez, G; Quiñones, E; Arce-Leal, AP; Leyva-López NE. 2019. Inductors of plant resistance in the control of *Candidatus* Liberibacter asiaticus in Mexican lemon (*Citrus aurantifolia*) trees (en línea). Mexican Journal of Phytopathology 37(2):304-317. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3rlbtLO

Vauterin, L; Hoste, B; Kersters, K; Swings, J. 1995. Reclassification of *Xanthomonas* (en línea). International Journal of Systematic Bacteriology 45(3):472-489. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en https://doi.org/fh4d6g

Wutscher, H; Bowman, K. 1999. Performance of 'Valencia' orange on 21 rootstocks in Central Florida (en línea). HortScience 34:622-624. Consultado 29 jul. 2020. Disponible en https://bit.ly/3tkhVo9

Zamora-Rodríguez, V; Peña-Bárzaga, I; Hernández-Rodríguez, L; Cueto-Rodríguez, J. 2016. Producción de material de propagación certificado de cítricos (en línea). CitriFrut 33(2): 3-13. Consultado 2 ago. 2020. Disponible en https://bit.ly/3pQFanu

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Jose Miguel Camino Aguilera

1946 - 2019

José Miguel Camino Aguilera nació en Quiriquire, estado Monagas, el 25 de Agosto de 1.946, de allí migró a la ciudad de Caracas, donde cursó sus estudios primarios. Posteriormente, en 1960 regresa a Maturín e ingresa al Liceo “Francisco Isnardi”, terminando la educación media, en el Liceo “Gustavo Herrera” de Caracas en 1965. La formación profesional del Profesor Camino transcurrió en el núcleo de Sucre de la Universidad de Oriente, en el Departamento de Biología, culminando en 1971 con la obtención del título de Licenciado en Biología.

Sus inicios como Fitopatólogo coinciden con su ingreso como Investigador I, en la Sección de Fitopatología del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), en Maracay, estado Aragua, cargo que ejerció desde 1971 hasta 1975; en ese mismo período, obtuvo el título de “Master of Science” en Fitopatología de la Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Posgraduados, en Chapingo, México. En 1977, ingresó a la cátedra de Fitopatología del Departamento Agrobiológico de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), institución donde ejerció la Fitopatología hasta la fecha de su jubilación en 1988.

Participó en el Comité Organizador del Programa de Postgrado en Fitopatología en esa Institución, lográndose la creación del único Posgrado de esa especialidad en el país. Años más tarde, participa en la creación del Programa de Posgrado de Horticultura (1981-1984), de esta misma institución. Formó parte de diferentes comisiones que permitieron la reforma del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UCLA; y fue miembro de la Comisión de Investigación del Consejo Consultivo de Estudios para Graduados del Consejo Nacional Universitario (CNU), así como también, ocupó otros cargos en el CONICIT. Durante su trayectoria como Docente-Investigador, fue autor o coautor de cuarenta y cinco publicaciones en revista científicas y participó en ochenta y cinco eventos científicos nacionales e internacionales.

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Camino fue, Vice Rector Académico de la UCLA y Rector encargado en distintas oportunidades desde 1991 hasta 1994; así mismo, Vice Rector Académico de la Universidad de Margarita de 2010-2013. Gremialmente, José Miguel Camino fue Secretario y Presidente de la Sociedad Venezolana de Fitopatología (SVF), en los períodos de 1975-1977 y 1997-1999, respectivamente. Durante su gestión como Profesor de Pre y Posgrado, así como miembro de la SVF fue un excelente formador de generaciones de Fitopatólogos, quienes ejercen exitosamente en diferentes instituciones del país. Hasta el día de su desaparición física, Camino ocupaba el cargo de Director de la Oficina de Formación del Personal Académico de la UCLA.

En su larga trayectoria, José Miguel Camino fue ejemplo de constancia y honradez, dando lo mejor de sí en el trabajo; supo transmitir estas cualidades a sus estudiantes y compañeros de trabajo. Su legado está presente en el Postgrado de Agronomía de la UCLA y en todas las Instituciones donde laboró.

María Elena Sanabria

Universidad Centroocidental Lisando Alvarado (UCLA), Barquisimeto. Venezuela

En el marco del Año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, Agronomía Tropical rinde un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Su desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades y/o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*".

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Juan Bautista Pineda Pérez

1949 - 2015

El 8 de marzo de 1949, en Carora, estado Lara, nació Juan Bautista. Se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), institución en la cual también obtuvo el grado de Magister Scientiarum, formando parte de la primera cohorte del Postgrado de Fitopatología. Sus inicios como Investigador se dieron en FONAIAP (ahora INIA), en la sede del estado Portuguesa; simultáneamente, ejerció la docencia en la misma área, en el Instituto Universitario de Tecnología de Yaracuy (hoy Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy Arístides Bastidas). Ingresó como Docente-Investigador del Pre y Postgrado al Decanato de Agronomía de la UCLA, coordinando las asignaturas Ecología de los Hongos y Control biológico, impartiendo además clases en Hongos fitopatógenos del mismo Postgrado y en Postcosecha, del Programa Horticultura.

Durante toda su carrera, dedicó sus esfuerzos a estudiar los hongos fitopatógenos de los cultivos de arroz, ajonjolí, maíz y caña de azúcar, involucrándose además en la resolución de problemas de enfermedades ocasionadas por hongos en hortalizas y frutales. Fue Coordinador del Laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico del Postgrado de Agronomía y miembro del Comité editorial de la revista BIOAGRO.

Luego de su jubilación, en el 2006, Pineda continuó trabajando hasta el día de su desaparición física. Fue Secretario y Presidente de la Sociedad Venezolana de Fitopatología y Coordinador del Congreso de la misma. La producción de Pineda como investigador fue admirable por los aportes realizados a la fitopatología en numerosos artículos publicados en revistas científicas, la participación en congresos científicos nacionales e internacionales, además de conferencias y foros, haciéndolo merecedor de reconocimientos como: Premio al mejor trabajo científico publicado en la UCLA, al mejor trabajo presentado en congresos en el área de hongos fitopatógenos, PEILA, PEII, tutor y/o asesor, también fue jurado de tesis y trabajos de grado, tanto de pre, como del postgrado, de la UCLA y de otras instituciones del país.

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Entre sus rasgos como profesional, se destacó por ser dedicado, honesto, colaborador, humilde, gran compañero, sumado a que tenía un gran sentido del humor que afloraba en momentos de tertulias...

Su memoria será recordada por todos los que lo conocimos y por sus estudiantes, quienes siempre mostraron gran respeto y admiración hacia su persona.

Dorian Rodríguez, María Elena Sanabria

Universidad Centroocidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto. Venezuela

En el marco del Año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, Agronomía Tropical rinde un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Su desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades y/o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*".

In Memoriam

GINO MALAGUTI

1920 - 2015

Recordando al Doctor Gino Malaguti, “Padre de la Fitopatología en Venezuela”.

En este volumen especial de Agronomía Tropical, en ocasión del año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, no se podía dejar de hacer honor al Dr. Gino Malaguti. Es difícil resumir su vasta trayectoria en este espacio. Don Gino, como se le decía en confianza, fue un destacado fitopatólogo, hombre bueno, sencillo, solidario, jocoso y emprendedor.

Gino Malaguti nació en 1920 en Renazzo, Italia. En 1946, obtuvo su título de Doctor en Ciencias Agrarias, con merecido reconocimiento, en la Universidad de Bolonia. Allí, inició su carrera de fitopatólogo como asistente graduado en el Instituto de Patología Vegetal de la Facultad de Agraria (1946-1947). En 1948 llegó a Venezuela como inmigrante de la postguerra, buscando nuevos horizontes. Enseguida inicia su carrera docente en la cátedra de Sanidad Vegetal de la Escuela Práctica de Agricultura en Turmero, estado Aragua. Poco después ingresó al Instituto Nacional de Agricultura en Maracay, como adjunto a la Sección de Fitopatología, donde se jubiló en 1985 del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (actual INIA), luego de 37 años como insigne investigador.

Asistió a un sinnúmero de viajes y misiones oficiales. Destaca un viaje al Amazonas (1949) relacionado a la explotación del seje. A principio de la década de 1970, junto a su colega, amigo y compadre Dr. Bruno Mazzani, viajó a varios países de África y Asia, para visitar los centros de origen de cultivos de especies tropicales, vivencia que reflejó en un nutrido informe de más de 100 páginas. En 1958 ingresó como Profesor a la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, en la cátedra de Fitopatología y luego, en la de Enfermedades de Cultivos Tropicales. Sus amenas y metódicas clases contribuyeron a la formación de muchas generaciones de agrónomos y fitopatólogos.

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

La labor del Dr. Malaguti está plasmada en aproximadamente 100 artículos publicados en esta y otras revistas nacionales e internacionales. Estos tratan principalmente enfermedades causadas por virus y hongos en más de 24 especies anuales y perennes, donde se incluyó, por ejemplo, enfermedades en el bucare (Erithinia spp.) y el guamo (Inga sp.). Sin embargo, las investigaciones que lo llevaron al reconocimiento y fama mundial fueron las relacionadas a la necrosis del tronco del cacao y a la punta loca del maíz. Igualmente, destacaron sus trabajos concernientes a la hoja blanca del arroz y el Ergot del sorgo. Su principal logro fue asesorar a pequeños y grandes productores en el diagnóstico, manejo y control de enfermedades en una amplia gama de cultivos.

Gino Malaguti fue presidente de la Sociedad Americana de Fitopatología división Caribe; fundador y presidente de las Sociedades Venezolanas de Fitopatología y Micología; miembro Emérito de la Sociedad Americana de Fitopatología; miembro fundador de la Revista Fitopatología Venezolana. Su trayectoria lo hizo merecedor de muchos reconocimientos, entre los que destacan la Orden José María Vargas (1976) y la Orden Andrés Bello (1977).

El Dr. Malaguti fue hogareño y familiar. Amó a su esposa Olga, a sus cuatro hijos y a sus nietos. Dejó un legado familiar y profesional incomnesurable… ¡este fue Don Gino!

A la edad de 95 años, falleció en Maracay, Venezuela, rodeado de su familia y amigos más cercanos… Sirva la presente semblanza de homenaje, para uno de los investigadores que más aportó a la sanidad vegetal de Venezuela.

Elena Mazzani[1], Claudio Mazzani[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Maracay, Venezuela.
[2]Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO), Maracay, Venezuela

En el marco del Año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, Agronomía Tropical rinde un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Su desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades y/o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*".

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Dilcia Milagros Ulacio Osorio

1962 - 2015

Nació en San Felipe, en el año 1962. Egresó como Ingeniero Agrónomo de la Universidad Experimental del Llano Ezequiel Zamora (UNELLEZ), egresó como Magister Scientiarum en el Postgrado de Fitopatología de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA); obtuvo su Doctorado en la Escuela de Postgraduados de Montecillo, México. Fue profesora de Fitopatología y de Epidemiología de Enfermedades en Pre y Postgrado de la UCLA; coordinó el Área de Fitopatología del Postgrado de Agronomía en la misma Universidad, fue Directora del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Portuguesa. También, dirigió la Unidad Técnica Yaracuy, del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación y fue tesorera de la Sociedad Venezolana de Fitopatología (2009-2011).

A pesar de su especial interés por la etiología, la epidemiología y control de las enfermedades a través de métodos alternativos, como el biológico y el orgánico, Ulacio era un factor común en la mayoría de los proyectos de investigación del área de la fitopatología, participando con entusiasmo y responsabilidad. Concentró su investigación en los cultivos de arroz, leguminosas, hortalizas y frutales.

Durante su ejercicio profesional, siempre prevaleció el estímulo a la investigación, logró la participación y aporte de investigadores de otras instituciones en proyectos con financiamiento intra y extrauniversitarios, de cuya ejecución, se recopiló información que originaron un gran número de publicaciones en revistas científicas y la participación en eventos nacionales e internacionales. Coordinó el Comité organizador del Congreso Venezolano de Fitopatología en 2005 y, organizó la Primera Reunión Nacional del Cultivo de ajo, en la Universidad de los Andes, núcleo Rafael Rangel, en Trujillo, en el 2011. Los valiosos aportes a la fitopatología provenientes de las investigaciones realizadas por la profesora Ulacio, así como de otros investigadores de la misma especialidad, quedaron impresos en el libro titulado ¨Manejo Integrado de Enfermedades en Campo¨, en el cual fungió como editora. Este fue publicado por la Fundación CIEPE y FUNDACITE Yaracuy.

In Memoriam

Su valiosa contribución se hizo presente en el Laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico del Posgrado de Agronomía. La labor científica de Dilcia fue reconocida en las múltiples oportunidades que se desempeñó como tutora, asesora y jurado de trabajos de grado, tesis, trabajos de ascenso. Así mismo, obtuvo: Premio de estímulo a la investigación (PEILA), Premio a la Investigación y la Innovación (PEII), igualmente, fue muy meritoria su labor como árbitro de revistas científicas.

Hasta la fecha de su desaparición física, coordinó el proyecto destinado a determinar las causas del vaneamiento en el cultivo de arroz en Venezuela, junto con las Asociaciones dedicadas al estudio y producción de este rubro.

Se destacó por ser una profesional proactiva, dejó huellas en las instituciones donde laboró. Es recordada por su gran calidad humana, la cual demostraba siendo una persona conciliadora, entusiasta, de gran profesionalismo, respetuosa de los reglamentos y con disposición permanente a compartir sus conocimientos de manera desinteresada. Se caracterizó por ser muy amable; fue aficionada al canto, por lo cual se le conoció y reconoció a nivel nacional.

Dorian Rodríguez, María Elena Sanabria

Universidad Centroocidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto. Venezuela

En el marco del Año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, Agronomía Tropical rinde un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Su desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades y/o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*".

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Herman Alfredo Nass Alvizu

“Herman”

1944 - 2015

Solía decir que era caraqueño de nacimiento, larense de corazón y fiel creyente de la Divina Pastora… Herman, fue un venezolano, nacido en Caracas, el 14 de octubre de 1944, su adolescencia transcurrió en Barquisimeto. Allí falleció, años más tarde, el 23 de septiembre de 2015. Se recibió como Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en el Instituto Tecnológico de Monterrey, México, 1972, luego cursó estudios en Pensylvania State University, EE.UU., en 1980, obteniendo un Master of Science en Fitopatología.

Dedicó su vida al estudio de las enfermedades de la caña de azúcar, el arroz y el maíz, entre otros cultivos. Decía Hermann: “Quién no se ha adentrado en un cañaveral o en un arrozal no imagina lo duro que resulta trabajar en estos…”

Se desempeñó como investigador destacado, siempre de la mano con los productores, en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (antes FONAIAP) durante treinta años, en Araure (Centro de Investigaciones del estado Portuguesa) y en Yaritagua (Centro de Investigaciones del estado Yaracuy); en este último promovió la creación del Laboratorio de Fitopatología. Paralelamente, en la estación cuarentenaria de caña de azúcar en Ocumare de la Costa, estado Aragua, fue evaluador de enfermedades en variedades introducidas con la finalidad de evitar su llegada a campos cañeros venezolanos.

Durante su permanencia en la Agropecuaria El Retorno, filial del Central Azucarero Portuguesa, ocupó el cargo de Coordinador de Servicios Agronómicos y realizó investigaciones para seleccionar variedades de caña más rendidoras en azúcar, más resistentes a enfermedades y plagas, y de más larga vida útil. Además, fue Director de la Sociedad de Cañicultores del mismo estado y de FUNDACAÑA durante 17 años. Al mismo tiempo, fue profesor Invitado en el Programa Fitopatología del Posgrado de Agronomía de la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. Dirigió ocho Trabajos Especiales de Grado y Tesis de Postgrado en diferentes instituciones de educación superior en Venezuela.

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Formó parte del Consejo de Arbitraje de la Revista Fitopatología Venezolana, labor que realizó con seriedad, profesionalismo y gran sentido común. Tiene en su haber, como autor o coautor, seis textos, monografías y manuales sobre enfermedades de la caña de azúcar y del arroz, así como, alrededor de cuarenta trabajos presentados en reuniones científicas nacionales e internacionales, sumado a 30 publicaciones en revistas científicas de circulación internacional o nacional, y de otras numerosas publicaciones técnicas y divulgativas. Fue presidente de la Sociedad Venezolana de Fitopatología (1981 - 1983). Gracias a sus innumerables aportes, contó con el reconocimiento de diferentes organizaciones nacionales.

Su gran amor fue su familia. Contrajo matrimonio con Violeta Carvallo Sanz en Valencia el 23 de noviembre de 1973, y procrearon cuatro hijos: Ingrid, Herman Augusto, Carlos Octavio y Nelly. Al momento de su fallecimiento, tenía cinco nietos.

Una de sus cualidades era que tenía muy buen sentido del humor… lo que se sumaba a sus ocurrencias…

Siempre fue admirador de la naturaleza y de las flores (en especial de orquídeas y bromelias), aunado a que fue un apasionado por la buena comida.

Siempre será gratamente recordado, porque fue un hombre honesto y trabajador, amigo sincero y una bella persona…

María Elena Sanabria[1], Claudio Mazzani[2], Dorian Rodriguez[1]
*Con la colaboración de FUNDACAÑA.

[1]Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Barquisimeto. Venezuela
[2]Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía (FAGRO), Maracay. Venezuela

En el marco del Año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, Agronomía Tropical rinde un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Su desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades y/o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*".

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Frieda Herold

La Dra. Frieda Herold, es considerada por muchos fitopatólogos como la “madre” de la virología vegetal en Venezuela.

Viróloga eminente de origen alemán, la Dra. Herold llega al país durante la década de los 50, prestada por la Fundación Alemana Iberoamericana, y ejerce como Investigadora Invitada en el Instituto Nacional de Higiene (INH), a razón de su experiencia en enfermedades virales tropicales humanas. Sin embargo, su interés principal era la botánica, especialmente los virus de plantas. Por tal motivo, fue convocada en 1959 a organizar un laboratorio de virología vegetal en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) por su compatriota, el Dr. Gernot Bergold, quien tenía entonces la tarea de crear el Departamento de Virología del IVIC. En 1964 se inaugura el “Centro de Virología Louis Daniel Beauperthuy”, construido y dotado con ayuda del estado alemán.

Desde su contratación, la Dra. Herold se radicó en el IVIC, dedicándose apasionadamente a la planificación de las investigaciones en virus vegetales: desde el diseño de un invernadero para las plantas infectadas hasta la adquisición de un microscopio electrónico Hitachi, herramienta con la cual demostró por primera vez la existencia numerosos virus causantes de enfermedades en cultivos de interés agroalimentario. Realizó numerosas investigaciones sobre la ultraestructura, aspectos morfológicos y características biológicas y físico-químicas virales. En su famoso artículo “Reseña Histórica de la Fitopatología Venezolana”, el Dr Gino Malagutti refiere que Herold formó a numerosos estudiantes tanto fuera como dentro del IVIC, y capacitó así, a investigadores de gran talento y productividad. Entre ellos se encuentran el virólogo Ramón Lastra y la entomóloga Rafaela Cuello, quienes se encargaron de continuar su legado. Excelente docente, la Dra. Herold dictó numerosos cursos en el país, siendo nombrada profesora ad honorem y posteriormente contratada para dictar cursos especiales en la Escuela de Biología de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Asistió como conferencista invitada a numerosos congresos internacionales, y por último al 2do Congreso Internacional de Virología, realizado en Budapest en 1971.

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Es especialmente recordada por la colaboración y el asesoramiento que prestó al Ministerio de Agricultura y Cría, Fundación Shell y productores agrícolas que la consultaban acerca de enfermedades de etiología viral que hacían improductivos los cultivos, campo en el que llegó a ser una de las más altas autoridades, reconocida en Venezuela y en el mundo. Su laboratorio se había convertido en solo 13 años en el más moderno de América Latina, razón por la cual fue escogida para la organización de un Curso Internacional de Virus de Plantas, auspiciado por Los Centros Multinacionales de Microbiología (Organización de los Estados Americanos), el cual se llevó a cabo -a pesar de su ausencia- en 1973, contando con afamados virólogos vegetales, los Dres. Bryan Harrison (Inglaterra) y R.C Matthews (Nueva Zelandia).

Es imposible mencionar en esta nota todas las contribuciones de Herold al avance de la virología vegetal. Fue autora de 33 publicaciones científicas en las más prestigiosas revistas del campo, descubrió el primer "rhabdovirus" en plantas: el virus del mosaico del maíz (Maize mosaic virus, MMV), demostrando la relación entre virus animales y vegetales. Fue invitada a describirlo en el compendio "Description of Plant Viruses" publicado por el Commonwealth Mycological Institute and The Association of Applied Biologist y editado por los Dres. A.J. Gibbs, B.D. Harrison y A.F. Murant. De igual importancia, demostró por primera vez la transmisión del virus de la hoja blanca del arroz (Rice hoja blanca virus, RHBV) por el insecto vector Tagosodes orizicolus; describió por primera vez las partículas virales asociadas al anillamiento de la lechosa (Papaya ringspot virus, PRSV), además de sus trabajos pioneros en la descripción de inclusiones asociadas a la infección por el virus del mosaico del tabaco (Tobacco mosaic virus, TMV), virus asociados a tomate.. Durante la década de los 60, los hallazgos de Herold fueron referencia en Sur América e impactaron la vida económica de la nación, sentando las bases de la sanidad vegetal en relación a la enfermedades virales.

Los colaboradores y estudiantes de la Dra. Herold consultados para la redacción de esta nota, la recuerdan como una persona de una gran generosidad e interés por los demás, querida dentro y fuera del Instituto. Murió en Tübingen (Alemania) en 1972, tan solo 13 años después de concretar su gran creación: el laboratorio de Virus de Plantas del IVIC. Señaló Gernot Bergold: "La Asamblea de Investigadores del IVIC, reunida el 9 de enero de 1973, acordó ascender póstumamente a la Dra. Frieda Herold a la categoría de Investigador Pleno, en base a sus altas cualidades morales, interés por la enseñanza, actividad pionera en el desarrollo de la virología en Venezuela y sus contribuciones originales al conocimiento".

Edgloris Marys
Orcid: 0000-0002-4463-9207

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Altos de Pipe, Miranda, Venezuela.

Agradecimiento al Archivo IVIC por ceder la fotografía y al Dr. José Luis Zambrano Rouvier por el arte de la misma.

En el marco del Año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, Agronomía Tropical rinde un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Su desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades y/o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*".

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Gladys del Carmen Rodríguez González

1955 - 2020

Gladys del Carmen Rodríguez González nació en Carúpano, estado Sucre, el 1 de mayo de 1955. Realizó sus estudios académicos en el Núcleo Monagas de la Universidad de Oriente (UDO)-Venezuela, donde desarrolló su primer trabajo de investigación titulado “Determinación de niveles de importancia económica del gusano *Spodoptera frujiperda* en maíz”. Este correspondió a su trabajo de grado, como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo que obtuvo en el año 1981. Desde ese momento mostró interés por el estudio de los insectos que afectan a los cultivos. Se desempeñó como profesor Instructor de Prácticas de Entomología General en la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente en 1983.

Por sus méritos académicos, se hace acreedora de una beca de la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho en 1983, para realizar estudios de maestría en Entomología, en la Universidad Central de Venezuela (UCV), en Maracay. En ese trayecto, en 1987, ingresa en el Fondo Nacional de Investigaciones Agrícolas (FONAIAP) en Monagas, con el auspicio del Programa de Desarrollo Tecnológico (PRODETEC), en el cargo de Investigador II. Trabaja como entomólogo responsable de las actividades de insectos plaga, en los rubros ajonjolí, girasol, yuca, maíz y sorgo. Posteriormente, culmina su tesis de maestría y en el año 1989 obtiene el título de Magister Scientiarum en Entomología en la UCV. En el 2007 logró el título de Doctor en Entomología, en la misma Universidad.

En su desempeño profesional fue Coordinadora de Negociación Tecnológica del INIA Monagas, durante el periodo 2006-2008. En el INIA alcanzó el máximo escalafón, con el cargo de Profesional de Investigación (PI) 8-VIII, institución donde ejerció la especialidad de entomología hasta la fecha de su jubilación, en el año 2012.

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

In Memoriam

Dedicó gran parte de su investigación a diversos grupos de insectos, con énfasis en moscas de las frutas y lepidópteros. Participó en proyectos de investigación de alcance nacional e internacional, en los rubros de frutales, cereales, leguminosas y palma aceitera. Como contribución científica participó con la presentación de numerosos trabajos de investigación en Congresos nacionales e internacionales de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y latinoamericanos de control biológico de insectos. Producto de su dedicación a la investigación, publicó alrededor de 25 artículos científicos arbitrados, técnicos divulgativos y capítulos de libros. Formó parte del Programa de Promoción del Investigador entre 2004 y 2010 alcanzando el Nivel B.

Junto con investigadores y profesionales de la UDO, INIA y Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) dictó una serie de cursos de mejoramiento profesional en el área de bioecología y alternativas control de insectos de cultivos de importancia en la región oriental de Venezuela. Apoyó diferentes programas sanitarios en el estado Monagas, coordinados por el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA).

En ámbito gremial, fue miembro de la Sociedad Venezolana de Entomología (SVE), Capítulo Oriente. Formó parte de la Junta Directiva de la Sociedad Venezolana de Entomología en el periodo 1999-2001, ocupando la responsabilidad de Secretaria. Coordinó la Comisión científica del XVII Congreso Venezolano de Entomología, Prof. Carlos Julio Rosales, que se realizó en Maturín, estado Monagas en julio 2001. Miembro del Comité Nacional de Investigación sobre la distribución y control biológico de la cochinilla rosada en Venezuela

Entre sus características personales se puede destacar que fue una mujer tenaz de gran sensibilidad humana, amigable, con un inmenso amor por su familia, buena hermana, colaboradora, que siempre brindó apoyo incondicional. Para ella su fecha de nacimiento era un día especial de júbilo, que siempre celebraba con familiares y amigos. En todos sus quehaceres, tanto profesionales como personales, siempre buscó la excelencia.

Oralys C. León Brito, Renny Barrios

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela

En el marco del Año Internacional de la Sanidad Vegetal 2020, Agronomía Tropical rinde un homenaje póstumo a profesionales del agro, que con su desempeño técnico contribuyeron al avance y fortalecimiento de la sanidad vegetal en Venezuela. Su desempeño profesional en vida, les dio la oportunidad de formar parte de la historia de la protección de plantas en nuestro país. Con su trabajo directo en el campo de la fitopatología o entomología, en universidades y/o centros de investigación, dejaron un legado que será recordado, por hacer honor a lema que identifica esta celebración de la FAO: "*Proteger las plantas, Proteger la vida*".

AÑO INTERNACIONAL DE LA SANIDAD VEGETAL 2020

AGRADECIMIENTOS

Los miembros del Comité Editorial de la revista Agronomía Tropical desean expresar reconocimiento a todos los especialistas que participaron en la revisión y arbitraje de las contribuciones que conforman el Volumen 70 del año 2020

- Alonso Barrios Trilleras - Universidad del Tolima, Colombia
- Amanda Elizabeth Bonilla Bonilla - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Barbarita Companioni - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Cándido Mendoza Pérez - Colegio de Posgraduados, México.
- Carlos Contreras M. - Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela.
- Edgloris Marys - Instituto Venezolano de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.
- Eduardo Chimal - Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Eduardo Delgado- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.
- Ezequiel Rangel - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.
- Fermín Alcazena - Universitat de Lleida, España.
- Freddy Leal - Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- Juan Carlos Rey - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.
- Julia Elena Sanoja - Universidad Pedagógica Libertador, Venezuela.
- Manuel Alejandro Sánchez - Universidad de Caldas, Colombia.
- María Fernanda Rodríguez – Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.
- Mario Alberto Miranda Salcedo - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México.
- Martha Osorio D.- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.
- Nohemí del Carmen Jumbo Benítez - Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Oscar De La Rosa - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.
- Samuel Córdova Sánchez - Universidad Popular de la Chontalpa, México.
- Silvia Gómez Daza - Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
- Zunilde Lugo - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela.

Agradecemos a Oscar De La Rosa por la edición y composición de los artículos, a Edgloris Marys por la revisión de los resúmenes en idioma inglés y a Jessie Vargas por la revisión de las biografías.
A todos aquellos investigadores que nos enviaron sus contribuciones. Invitamos a la comunidad científica especializada a continuar remitiendo sus trabajos a la revista **Agronomía Tropical**.